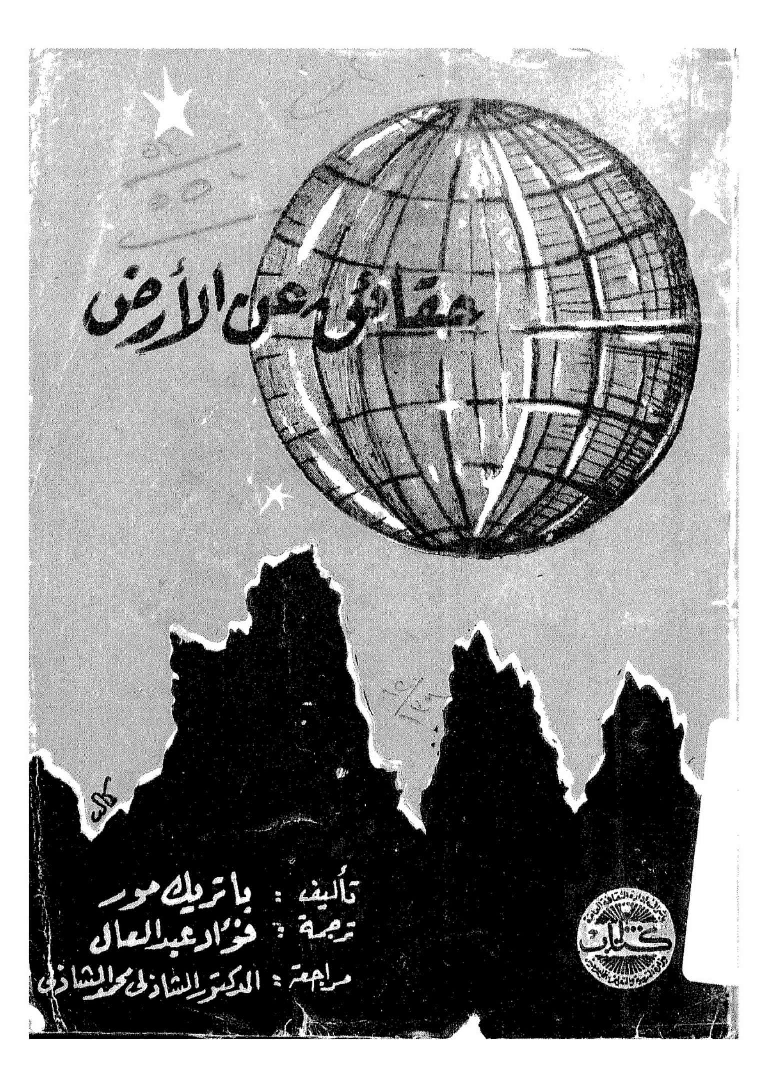

حقائق عن الأرض
تأليف : باتريك مور
ترجمة : فؤاد عبد العال
مراجعة : الدكتور الشاذلي محمد الشاذلي

الألف كتاب ٤٨٠

حقائق عن الأرض

بإشراف
الإدارة العامة للثقافة
بوزارة التعليم العالي

تصدر هذه السلسلة بمعاونة
المجلس الأعلى للعلوم

الألف كتاب
٤٨٠

حقائق عن الأرض

تأليف
باتريك مور

ترجمه
فؤاد عبد العال

راجعه
الدكتور الشاذلى محمد الشاذلى

ملتزم الطبع والنشر
مكتبة نهضة مصر بالفجالة

١٩٦٣

هذه ترجمة كتاب :

THE TRUE BOOK ABOUT THE EARTH

تأليف Patrick Moore

مقدمة

قلما نجد كتابا يعالج الأرض من السهولة واليسر مثل كتاب «حقائق عن الأرض» الذى قام بتأليفه العالم البريطانى باتريك مور. وعلى الرغم من سهولة هذا الكتاب ويسره فإنه يتطرق إلى موضوعات خطيرة متشعبة عن كوكبنا هذا، وينفذ من قشورها إلى لبها ثم يربط بينها بمهارة فائقة منقطعة النظير — وقد بدأ المؤلف من ذلك الوقت السحيق الذى كانت الأرض فيه كرة ملتهبة من نار لا نعرف عن نشأتها سوى القليل، ثم انتقل بعد ذلك إلى العصور الجيولوجية الغابرة التى نستطيع أن ندرس صخورها، ولكنها لا تحوى آثاراً للحياة، حتى وصل إلى العصور الأكثر حداثة التى يمكننا أن نفحص صخورها وما تحويه من بقايا نباتات أو حيوانات كانت تعيش وترتع حينذاك. وهكذا نتطرق رويداً من البعيد الغامض الذى يحاول العلم تفسيره بنظريات شتى إلى القريب الواضح الذى توصل العلم فيه إلى الكثير من الحقائق الدامغة.

ومع أن «كتاب حقائق عن الأرض» يختص أساساً بالجيولوجيا أو علم الأرض إلا أنه مع ذلك لا يغفل العلوم التى

تلقى أضواء ساطعة على هذا الكوكب الذى نعيش فيه وعلى الأخص العلوم الفلكية وعلوم الحياة ، بل إنه يبدى اهتماما خاصا بهذه العلوم ودورها فى كشف ما خفى من أسرار الكون . وبهذا نرى الأرض فى صورتها الحقيقية كخضم من أحداث ذات وجوه متعددة ، ولكن مهارة المؤلف أبرزت المجرى الرئيسى لتلك الأحداث التى تتابعت على وجه البسيطة وفى باطنها وسمائها . وهكذا نلمس ظهور القارات ثم اختفاءها ، وتكوين المحيطات والبحار وتقدمها وتراجعها ، وتولد سلاسل الجبال الشاهقة وتحاتها ، وثوران البراكين وبرودة الثلوج ، وظهور الكائنات الدقيقة الدنيئة على المسرح بعد مضى بضعة آلاف من ملايين السنين ، ثم تطورها وتنوعها على مر الأزمان إلى مخلوقات رهيبة أو ذكية تمكنت ببطشها أو ذكائها من السيطرة على الأرض بما عليها ، كل فى عهدها الخاص بها .

وقد حاول المترجم وضع كتابنا هذا فى صورة عربية سليمة شيقة مع مراعاة مضمونه العلمى الدقيق فى نفس الوقت . وهكذا تيسر لنا تقديم هذا الكتاب القيم إلى قراء اللغة العربية على اختلاف مستوياتهم العلمية والثقافية وعلى تباين مشاربهم — ونرجو مخلصين أن نكون قد وفقنا فى ذلك .

الشاذلى محمد الشاذلى

الباب الأول

بداية الأرض

الأرض هى مقرنا ، وهى أهم جسم فى الكون بالنسبة لنا ، وقد تمكنا من استكشافها جيداً ، من الأقطاب الجليدية إلى قمة جبل إفرست ، ومن الغابات الكثيفة المليئة بالمستنقعات بأمريكا الجنوبية إلى أعماق المحيط الهادى . ومع ذلك فمن الخطأ القول بأننا قد تعرفنا على كل ميل مربع من سطحها ، وإن كان يمكننا الجزم بأنه لا توجد « قارات مفقودة » فى انتظار من يكتشفها .

وعلى الرغم من ذلك فالأرض فى الواقع ليست جسما هاما ، فما هى إلا كرة محيطها ثمانية آلاف ميل ، وهى واحدة من تسعة كواكب تدور حول نجم مركزى هو الشمس . وعلاوة على ذلك فهى ليست أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، فهناك الكوكب المشترى الذى لو قورن بالأرض لساوى ألفاً منها ، وحتى المشترى نفسه فإنه يعد صغيراً جداً بالنسبة للشمس . وكان الاعتقاد السائد منذ أربعة قرون خلت أن الأرض هى مركز الكون ، وأن جميع الأجسام السماوية تدور حولها ، ولكننا نعلم الآن تمام العلم أن هذا لا يمت إلى الحقيقة بصلة .

ويعتبر الاستكشاف التام للأرض تطوراً حديثاً جداً ، فمنذ ألف عام ، عند ما كان الساكسون يحكمون إنجلترا ، لم تكن أمريكا معروفة إلا لقلة من المستكشفين العتاة من الفايكنج ، بينما لم يكن المتبربرون من سكان العالم الجديد قد سمعوا شيئا عن ملوك أوربا من أمثال شارلمان وألفريد الأكبر، وسبب ذلك أنه لم يكن هناك أى اتصال بين نصفى الكرة الأرضية ، بينما ظلت أراض كثيرة كاستراليا مجهولة تماما نتيجة لا نعزالها .

ولو رجع بنا التاريخ إلى الوراء وحملنا عبر الماضى لوجدنا أنه منذ ألفى عام كانت روما أكبر دولة على وجه الأرض ، ومن قبلها كانت هناك حضارات متقدمة فى اليونان والصين ومصر . ولكن لو فرضنا أننا رجعنا إلى الوراء ملايين السنين بدلا من آلافها ، فسوف نعود إلى وقت لم يكن للإنسان الحقيقى فيه أثر على الإطلاق . . وقت كانت تتحكم فى الأرض الزواحف الضخمة مثل التيرانوزوراس وهو حيوان ضخم يبلغ طوله ما يقرب من أربعين قدما وطول كل سنة من أسنانه ست بوصات ، وفى عهد التيرانوزوراس الذى ربما يرجع إلى مائة مليون سنة، كانت خريطة الأرض تختلف عن تلك المعروفة لنا حالياً ، ففى ذلك الوقت كانت توجد هناك قارة كبيرة تسمى جوندوانالاند تشغل معظم المنطقة الاستوائية الحالية ويحدها من الشمال بحر طويل يسمى التيثز ،

بينما كان الطرف الغربى لقارة أخرى لا وجود لها الآن يشغل موقع بريطانيا الحديثة .

وقد بدأ التاريخ المكتوب منذ بضعة آلاف قليلة من السنين ، أما دراسة العهود الغابرة فتقع ضمن نطاق علم الجيولوجيا أو علم الأرض . وللجيولوجيين وسائلهم العديدة فى البحث ، فلديهم القدرة على الحصول على قدر كبير من المعلومات بدراسة الطبيعة وترتيب الصخور المكونة للقشرة الأرضية وكذلك يمكنهم أن يتعلموا كثيراً من دراسة الحفريات — وهى بقايا كائنات حية كانت تعيش على كوكبنا هذا ، ثم انقرضت . ويعرف علم دراسة الحفريات بـ « الباليانتولوجيا » ، وهو أحد الأسماء الجافة الطويلة التى يستسيغ العلماء استحداثها . وربما كان من المستحسن اختصار كثير من هذه المسميات ولو أنه ليس من العسير استيعابها وعلى الرغم من ذلك فإن تغييرها سوف يحدث كثيراً من البلبلة نظراً لكثرة استخدام هذه المسميات خلال سنين عديدة .

وهناك حدود للجيولوجيا والباليانتولوجيا فى معرفة تاريخ الأرض ، فلم نتمكن من العثور على حفريات فى الصخور التى يزيد عمرها عن ٥٠٠ مليون عام ، وهذا يدل إما على عدم وجود كائنات حية قبل هذا التاريخ أو أن هذه المخلوقات كانت رخوة التكوين حتى إنها لم تترك أى بقايا يمكن أن تتحول فيما بعد إلى حفريات .

ويمكن أن تعود بنا دراسة الصخور إلى الوراء أكثر من ذلك ولكنها فى الحقيقة تقف عند حد أيضا، فلم تكن الأرض فى أول مراحل انفصالها فى حالة صلبة تماما ولذا نلجأ إلى النظريات البحتة .

ولنأخذ مثلا — إذا اشترى شخص ما بيتا فإن أول مايهتم بمعرفته عادة هو كيفية ووقت بنائه، وبالتالى فنحن نتوق إلى معرفة عمر الأرض، والذين سبقونا إلى الحياة عليها وكيف أتت إلى الوجود بالضبط . وقد يكون من السهولة بمكان معرفة تاريخ منزل عمره خمسون عاماً أو حتى مائة عام ، إلا أن الأمر يختلف تماماً عند ما تحاول معرفة تاريخ الأرض التى يبلغ عمرها عدة آلاف من ملايين السنين ، ويجب أن نعترف والحالة هكذا بأننا لانعرف كيف تكونت الأرض بالضبط ، فقد وضعت نظريات كثيرة فى هذا المجال ، وقد داخل هذه النظريات التخمين بدرجة واضحة .

وإننا لنعتمد فى الحقيقة اعتماداً كلياً على الشمس فى الحصول على الضوء والحرارة . والشمس فى حد ذاتها تختلف تماما عن الأرض، فهى ليست جسما صلبا ولكنها مكونة من غاز ساخن جداً وتبلغ الحرارة على سطحها أكثر من ٥٠٠٠° م أما من ناحية الحجم فإن الشمس أكبر بكثير من كوكبنا هذا ، إذ يمكننا وضع مليون أرض فى مكان الشمس ويتبقى بعد ذلك فراغ غير مشغول . وتتكون

المجموعة الشمسية من تسعة كواكب ، تقع الأرض منها فى المحل الثالث بالنسبة للبعد بينها وبين الشمس . وقد افترض بيير لابلاس وهو فلكى فرنسى كبير عاش فى القرن الثامن عشر أن هذه الكواكب تكونت جميعاً من الشمس ، ولم يكن لابلاس أول من اقترح هذه النظرية ، ولكنه كان أول من عالجها بالتفصيل .

وطبقا لما جاء به لأبلاس فإن المجموعة الشمسية بدأت كسحابة شاسعة من الغاز تدور حول نفسها ببطء ، متقلصة فى نفس الوقت تحت تأثير جاذبيتها الذاتية ، وكانت كلما قل حجم السحابة اطردت سرعة دورانها حتى قذفت بحلقة غازية تجمعت فى النهاية لتكون كوكبا . وباستمرار تقلص السحابة وازدياد سرعة دورانها انفصلت حلقة ثانية ، ثم تكررت هذه العملية عدة مرات حتى كان الناتج فى النهاية شمسا مركزية صغيرة نسبية محاطة بعائلة من الكواكب .

وكانت نظرية لابلاس التى نشرت لأول مرة منذ مائتى عام — مقبولة عموما لفترة من الزمن ، ولكنه ثبت أخيرا أنه حتى لو قذفت حلقات غازية بهذه الطريقة فإنها لن يمكنها أن تتكثف لتكون كواكبا ، بل على العكس من ذلك فإن الغاز سوف يتسرب إلى الفضاء . وقد ظهرت بعد ذلك آراء كثيرة فى هذا الشأن ثم رفضت إلى أن تقدم « جيمس جينز » وهو فلكى بريطانى نذكر له كتبه

المبسطة وإذاعاته علاوة على أعماله الأكثر جدية ، بنظرية المد والجزر التى تبدو أقرب إلى النجاح مما سلفها .

ومن المعروف أن الشمس نجم عادى وإضاءته الذاتية ليست أشد بهاء من معظم هذه النجوم التى نراها عندما يرخى الليل ستائره ، وإن كانت تظهر الشمس لنا رائعة فلأنها قريبة نسبيا إلينا أما الفضاء فإنه كبير وواسع جدا حتى إنه يندر أن يقترب نجم من آخر ، ولكن جينز افترض أنه فى الماضى السحيق ، ولنقل منذ عدة آلاف مليون سنة وقع حادث من هذا القبيل ، أى أن نجما مرّ بالقرب من الشمس ، فتسببت قوى الجذب الشديدة بينهما فى خروج لسان من مادة الشمس على شكل سيجار ، وعندما ابتعد النجم سائرا فى طريقه بعد ذلك تفتتت مادة هذا اللسان إلى قطرات تكثفت كل قطرة منها إلى كوكب ، ومما يجدر ذكره فى هذا المجال أن أكبر كواكب المجموعة الشمسية وهما المشترى وزحل يقعان فى وسط المجموعة بالضبط حيث كان يوجد أسمك جزء من « السيجار » .

كل هذا يبدو قويما ، ولكن سرعان ما يقابلنا كثير من المشكلات مرة أخرى ، ومن هذه العقبات الرياضية ما دعا سير هارولد جيفريز إلى أن يفترض أن النجم المار لم يقترب من الشمس فقط بل اصطدم بها فعلا صدمة سريعة قبل أن يبتعد عنها متجها فى طريقه . وقد

أزال هذا الفرض بعض الاعتراضات ، ولكن هناك نقطة ضعف عميقة فى جميع نظريات المد والجزر ، وهذه النقطة ليست متعلقة بالأرض بل بالشمس نفسها .

فالمعروف أن الشمس ساخنة حتى على سطحها ، ولكن حرارتها الداخلية رهيبة إذ تبلغ فى مركزها حوالى عشرين مليون درجة مئوية ، وتبقى الطبقات الداخلية الشديدة الحرارة فى مكانها نتيجة لضغط المواد التى تعلوها لا لشىء آخر . ولو مر نجم وأدى إلى انفصال جزء من المادة الخارجية للشمس ، فإن الطبقات الداخلية الساخنة ستتمدد بسرعة فائقة مسببة انفجاراً يجعل القنبلة الذرية تبدو وكأنها ألعاب نارية لأطفال يلهون ، وستقذف المادة بعيداً فى الفضاء بسرعة لا يمكن معها لهذه المادة أن تتكثف على الإطلاق لتكون كواكبا، ونظراً لهذه الصعوبة التى لا يوجد منها منفذ ، كان علينا أن نستبعد جميع نظريات المد والجزر ، ومن بينها نظارية جينز .

وقد افترض هويل — وهو أحد علماء الفلك البريطانيين المعاصرين — أن كواكب المجموعة الشمسية لم تتكون من الشمس نفسها بل من نجم آخر أعتاد مصاحبة الشمس خلال رحلتها فى الفضاء ولكنه انفجر آخر الأمر ، وهذا النوع من الانفجارات النجمية معروف لدى علماء الفلك باسم « سوبرنوفا » ويحدث من

آن لآخر ، كما أنه لا يوجد من الأسباب ما يجعل الشمس لا تتخذ نجما تابعاً فى حياتها الأولى . ولكن ليس هناك لسوء الحظ من سبيل يؤكد أو ينفى صحة نظرية هويل التى ماتزال فرضا ممكن الحدوث .

وأكثر النظريات انتشاراً فى أيامنا الحالية هى تلك المنسوبة إلى العالم الألمانى كارل فون فيزساكر الذى يعتقد أن الشمس قد سارت ذات مرة خلال سحابة كبيرة من الغاز الخفيف فجمعت حولها غلافا غازيا واسعا أثناء هذه العملية . وبعد خروج الشمس من هذه السحابة تسببت قوى الجاذبية فى تكوين تجمعات من المادة انتظم جلها تدريجا فى كرات قليلة هى الكواكب . وفى هذه النظرية أيضا لا يوجد الدليل الذى يؤكدها أو ينفيها ولكن لا توجد نقاط ضعف واضحة فى نظرية فون فيزساكر وعلى الأخص لأن السحب الغازية منتشرة فى الفضاء بما فيه الكفاية .

وعلى كل فقد تكونت الأرض ويمكننا أن نتأكد من أنها كانت شديدة الحرارة وربما كانت فى حالة غازية فى أيامها الأولى كجسم مستقل .

ومن المحتمل أن تكون الأرض قد مرّت بمرحلة سائلة عندما بدأت فى البرودة ، ولكن قشرتها بدأت تتجمد أخيراً ، وبهذا نكون قد وصلنا إلى النقطة التى يمكن عندها للفلكيين تسليم القصة

للجيولوجيين ليتموها، وقد وصلت الأرض الى هذه النقطة منذ حوالى ٢٠٠٠ مليون سنة ، ومن المحتمل ألا يزيد عمرها فى ذلك الوقت عن ١٠٠٠ مليون سنة ، وعلى هذا الأساس يصبح العمر الإجمالى لكوكبنا حوالى ٣٠٠٠ مليون سنة .

وقد توصل العلماء إلى هذا الرقم بعدة طرق جيولوجية وفلكية ، وربما نكون قد أخطأنا فى ٥٠٠ مليون سنة بالزائد أو بالناقص إلا أننا متأكدون من سلوكنا للطريق السليم فى هذه المشكلة المثيرة حقا . وقد توصلنا إلى المفتاح الرئيسى عن طريق سلوك المادة المعروفة باليورانيوم الذى لا يعتبر نادراً فى القشرة الأرضية وهو الذى ذاع صيته أخيراً نظراً لاستخدامه فى صناعة القنابل الذرية، واليورانيوم قليل الإشعاع ويعنى ذلك أنه ينحل تدريجا إلى مواد أخرى تنتهى بالرصاص ، وتبدو نسبة الانحلال ثابتة وغير متأثرة بالحرارة أو بالضغط أو بأى عامل آخر . فإذا وجدنا رصاصا سويا مع اليورانيوم فإن نسبة الرصاص تحكى لنا : متى بدأت عملية الانحلال ، فكلما ازداد عمر اليورانيوم ارتفعت بالتالى نسبة الرصاص، ومن حسن الحظ أن الرصاص الناتج من انحلال اليورانيوم يختلف اختلافا بينا عن الرصاص العادى .

وقد قدر عمر اليورانيوم الموجود فى أقدم الصخور بحوالى

١٫٧٠٠ مليون سنة ، ويعتبر هذا العمر — بالطبع — عمر الصخور الحاملة لهذه المادة . وهذه الطريقة يمكن الاعتماد عليها كاعتمادنا على بصمات الأصابع ، أما الوسائل الأخرى للبحث والتى لا يمكن التأكد منها بنفس المقدار فقد أعطت عمراً مماثلا فى الدرجة .

ألف وسبعمائة مليون سنة ![1] مما لا شك فيه أن أفكارنا العادية عن الزمن الطويل تختلف اختلافاً كبيراً عنها عند الجيولوجى أو الفلكى ، وتعتبر معركة هاستينجز بالنسبة للمقياس الزمنى للكون حدثا قريبا جداً . وفى الحقيقة لن تستطيع عقولنا البشرية أن تدرك تماماً عصوراً تقدر بملايين السنين ، ولكن هناك طريقة جيدة لتخيلها وذلك باستخدام مقياس صغير ، ولنفرض أننا مثلنا العمر الكامل للأرض بفترة تبلغ أربعا وعشرين ساعة ، فإن أولى الكائنات الحية تظهر على أساس هذا المقياس حوالى اثنتى عشرة ساعة ، وتحدث معركة هاستينجز منذ حوالى ثانية واحدة ، بينما تمثل قصة الحضارة الإنسانية كلها فى بضع دقائق . . إن كل شىء فى هذا الكون يحدث فى بطء وجلال ، عدا الإنسان . . فهو الوحيد الذى دائماً فى عجلة من أمره .

وعموما فليس هناك من سبب يجعلنا لا نقنع بما حصلنا عليه

---

(١) انظر الملحق رقم ٣ (المترجم)

من معلومات عن بداية الأرض ، فنحن نعلم متى حدث هذا بالرغم من أننا لا نعلم بالضبط كيف حدث .

وبمجرد وصولنا إلى المرحلة التى يتمكن فيها علماء الجيولوجيا والباليانتولوجيا من جمع معلومات موثوق بها عن القشرة الأرضية ، فإننا نكون فى الواقع واقفين من الناحية الحرفية على أرض ثابتة أى نكون مستندين إلى أسس علمية مادية ملموسة . ولنلق — أولا — نظرة فاحصة على الأرض كما كانت قبل أن تبرد ، فى ذلك الوقت التى لم تكن فيه سوى كرة من مادة ملتهبة منصهرة تدور حول نفسها فى الفضاء .

الباب الثانى

العالم يبرد

إذا رفعنا بودنج عيد الميلاد من القدر الذى ينضج به ووضعناه فى وعاء على مائدة المطبخ فإنه يبدأ فى البرودة ، وبعد مدة من الوقت يبرد سطحه الخارجى تماما ، ولكن إذا قطعناه بسكين فإننا سنجد داخله ما زال دافئا . وبالمثل ؛ فقد أخذ السطح الخارجى للأرض المنصهرة فى البرودة ، ثم بدأت تتكون قشرة صلبة لها بعد مرور ملايين السنين بينما بقى مركزها ساخنا . وحيث أن عمر أقدم الصخور ١٧٠٠ مليون سنة فلذلك يبدو أن القشرة الأرضية قد تكونت منذ ألفين أو ثلاثة آلاف مليون سنة .

ويتكون سطح الأرض فى أيامنا الحالية من عديد من المواد المختلفة ، فتوجد أنواع كثيرة من الصخور والتربة والمياه وكتل من مواد عضوية ـــ مثل الفحم الذى نتج من تحلل النباتات بعد دفنها . ولكن هذه المواد لم تكن فى هذه الصورة أصلا، إذ كانت الأرض متماثلة خلال الأيام الأولى لبرودتها ، وكانت مكونة من مادة بركانية تسمى الصهير والتى لا زالت موجودة حتى الآن تحت سطحها ، وهى تشبه إلى حد كبير الحمم التى تقذفها البراكين النشطة

مثل فيزوف . وأما الهواء فلم يكن كالهواء الموجود فى أيامنا هذه ، ومن المحتمل أنه لم يكن للأرض هواء على الإطلاق لفترة معينة وربما كان ذلك قبل تجمد القشرة الأرضية . وقد تسرب فى الفضاء الغلاف الجوى الأصلى للأرض والذى غالبا ما يتكون من غاز الإيدروجين الخفيف . ويعتبر غاز الإيدروجين، الذى كان يستعمل فى ملء المراكب الهوائية والبالونات والذى استبدل أخيراً بغاز الهليوم الذى يعتبر أقل ملاءمة للرفع « ولكنه غير قابل للاشتعال » أكثر المواد توافراً فى الكون إذ يدخل فى تكوين الجزء الأكبر من الشمس والنجوم ، ويتكون الغلاف الجوى للكواكب الضخمة مثل المشترى وزحل أساسا من غاز الإيدروجين ومركباته . ومن ناحية أخرى ، فلم تكن الأرض التى تعتبر أصغر بكثير من الكواكب السابق ذكرها بقادرة على الاحتفاظ بهوائها الإيدروجينى نظرا للانخفاض النسبى لسرعة التسرب فى عالمنا هذا .

فإذا قذفت بقطعة من حجر إلى أعلى فإنها تصل إلى ارتفاع معين ثم تسقط فى يدى مرة أخرى ، أما إذا رميتها بسرعة أكبر فإنها سوف تصل إلى ارتفاع أعظم قبل أن تسقط مرة ثانية . ولكن إذا تمكنت من قذفها بسرعة ٧ أميال فى الثانية فإنها لن تعود مرة أخرى إذ أن الجاذبية الأرضية لن تكون قوية بالدرجة التى تكفى للاحتفاظ بها ، وستنطلق قطعة الحجر فى الفضاء بسرعة وإلى غير

رجعة . وتعرف هذه القيمة الحرجة ألا وهى ٧ أميال / ثانية بسرعة الانطلاق من الأرض .

ويتكون أى غلاف جوى — مهما كان نوع الغاز الذى يتكون منه — من ملايين لا حصر لها من مجموعات للذرة أو جزيئات تدور كلها حول نفسها بسرعات كبيرة ، وتتحرك جزيئات الإيدروجين — التى تعتبر أخفها جميعا — أسرع من أى جزيئات أخرى ، وقد تسبب الارتفاع الشديد فى حرارة الأرض — فى أوائل أيامها — فى ازدياد حركتها أكثر من المعتاد وبناء على ذلك ، فإن جزيئات الإيدروجين اكتسبت قدرة على الحركة أكثر من ٧ أميال / الثانية ، وبالتالى تسربت فى الفضاء تاركة الأرض عالية تماما من أى غلاف جوى .

وبردت الأرض بمرور الوقت — تماما مثلما يحدث لبودنج عيد الميلاد — ثم بدأت أخيراً تكون لنفسها قشرة ، وأخذ سمكها فى الإزدياد ثم تجمدت بمضى ملايين السنين بينما أخذت درجة الحرارة فى الانخفاض التدريجى ، ثم حدثت اضطرابات كثيرة ، فقد بدأت البراكين الضخمة الموجودة على سطح الأرض تثور وتقذف حممها ، فانطلقت كميات هائلة من الغاز المحبوس فى باطن الأرض الذى مازال منصهراً . ولم يكن الغاز المتصاعد إيدروجينا فى هذه المرة بل كان يتكون أساسا من غاز ثانى أكسيد الكربون وهو

غاز ثقيل يوجد ذائبا فى ماء الصودا علاوة على بخار الماء . ولما كانت حرارة الأرض فى ذلك الوقت أقل شدة مما كانت عليه سالفا ، فقد تكون الهواء الجديد من جزيئات بطيئة الحركة نسبيا ، ولم يكن هناك مجال للهرب ، وبقى الغلاف الجوى . وبالرغم من التغيرات الكثيرة التى طرأت عليه إلا أنه فى الحقيقة هو الغلاف الذى نتنفس فيه اليوم .

ولم يكن هناك محيطات حتى ذلك الوقت ، إذ كانت اليابسة حارة جبلية قاحلة ولم تكن هناك حياة من أى نوع . ثم زأرت البراكين الضخمة وتكثف بخار الماء المنطلق منها على شكل سحب كثيفة من البخار حجبت وهج الشمس عن سطح الأرض . وكلما حاول المطر السقوط تحول فى الحال مرة أخرى إلى بخار ، مما جعل الأرض حتما فى هاتيك الآونة مكانا مقبضا رهيبا .

وقد ساعد استمرار برودة القشرة الأرضية على انطلاق المياه الحبيسة فى السحب ، ثم بدأ مايسمى بحق بالأمطار العظيمة . فقد كانت أكثر عنفا واستمراراً من أعتى العواصف التى شهـــدها الإنسان، إذ استمرت لأيام بل لشهور وقرون ، بل ربما لمئات القرون ، وتدفقت المياه إلى منخفضات القشرة الأرضية..وامتلأت هذه الأحواض بالتدريج . . وهنا ولدت المحيطات لأول مرة على

سطح الأرض . وعندما بلغت المياه عمقا كافياً ، أخذت فى تعرية الشواطئ والأراضى المحيطة بها . وهكذا بدأت المعركة اللانهائية بين الماء واليابسة ، تلك المعركة التى لازالت مستمرة حتى وقتنا الحاضر . وأخيرا فقدت السحب كثيرا مما تحويه من بخار الماء وأصبحت السماء صافية .. ثم توقفت الأمطار العظيمة .. لتسطع الشمس على عالم كان يستعد لاستقبال الحياة .

ويعتبر قرب القمر من أهم العوامل فى تاريخ الأرض الأول ، والقمر هو ذلك العالم الذى يبلغ قطره أكثر من ألفى ميل وسطحه متعرج تغطيه آلاف الفوهات البركانية ، ويبعد حاليا عن الأرض بمسافة تقدر بربع مليون ميل وتعادل هذه المسافة عشرة أمثال طول محيط الكرة الأرضية عند خط الاستواء . ومع ذلك فلابد من أنه كان فى يوم ماأقرب من هذا بكثير ، وكان من المعتقد إلى وقت قريب أن الأرض والقمر أصلهما جسم واحد .

وقد وضع البروفسير ج .هـ. داروين — نجل العالم الطبيعى الشهير شارلز داروين — نظرية عن نشأة القمر منذ حوالى قرن وكانت مقبولة لدى العلماء لأعوام كثيرة . وتتلخص نظرية داروين فى أن الأرض حينما بردت بما يكفى لتكوين قشرة رقيقة أصبحت الكرة الأرضية كلها غير مستقرة لأنها كانت تدور حول محورها بسرعة

كبيرة . وتدور الأرض حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة فى أيامنا الحالية ، ولكنها لم تكن كذلك من قبل ، فنى أثناء الأمطار العظيمة لم يكن طول اليوم ليتعدى ساعات قليلة . وقد اعتقد داروين أن التأثير المزدوج الناتج من سرعة الدوران وقوة الجذب المدية للشمس جعل الأرض تتخذ شكلا بيضاويا أولا ثم شكل الدمبيل[١] بعد ذلك ، وكان له مايشبه الجرسين ، أحدهما هو الجرس الأكبر ويمثل الأرض بينما يمثل الجرس الأصغر قمر المستقبل . ثم انكسر عنق الدمبيل فى النهاية وانفصل الجرسان أحدهما عن الآخر واندفع القمر مبتعدا عن الأرض على شكل كتلة سائلة .

وذهب بعض العلماء إلى أبعد من هذا ، وحددوا نتيجة لهذه النظرية أنه لابد من أن تكون القشرة الأرضية الرقيقة قد انفصلت تاركة فجوة كبيرة مكان الكتلة المنفصلة ، ولما كان حجم القمر من الكبر بحيث يعادل امتداد المحيط الأطلنطى ، كما تتناسب سواحل المحيط الغربية بأمريكا مع سواحله الشرقية بأوربا وأفريقيا ، لذا يعتقد البعض أن حوض المحيط الأطلنطى الحديث ماهو فى الحقيقة إلا الفجوة التى خلفها القمر بعد انفصاله ، بينما تقول نظرية أخرى

---

(١) كرتان من الحديد بينهما عمود ، يستعمل فى التمارين الرياضية

إن حوض المحيط الهادى هو الفجوة الحقيقيـة . ويؤيد الفكرة الأخيرة الحقيقة العلمية التى تقول إن قاع المحيط الهادى مكون من مادة تختلف عن مثيلتها فى أى محيط آخر .

ولا زال هناك نخبة من العلماء تؤيد نظرية الانفصال هذه ونخص منهم بالذكر الأستاذ الأمريكى جورج جامو والعالم السويدى ن . ا . بيرجكويست . وهناك لسوء الحظ عدة اعتراضات خطيرة عليها ، وتتجه النظريات الحديثة إلى أن القمر نشأ مستقلا عن الأرض وبطريقة مشابهة . ومع ذلك ، فقد كان القمر قريبا من الأرض منذ ظهوره فى الوجود كجسم منفصل ، وكانت المسافة بينه وبين الأرض صغيرة نسبيا إبان عصر الأمطار العظيمة ، ويعنى هذا أنه قد تسبب فى إحداث مد وجزر فى البر والبحر أعنف بكثير مما نشهده فى أيامنا الحـالية .

وربما بلغت المسافة بين الأرض والقمر ٥٠٫٠٠٠ ميل عند انتهاء الأمطار العظيمة ، أما المسافة الحقيقية فغير مؤكدة ، ولا يسعنا إلا التخمين فى هذا المجال — وكانت الأرض تدور حول نفسها مرة كل ١٠ أو ١٢ ساعة كما يظن . وقد تسببت قوة الجذب القمرية فى سحب كومة من المادة تجاه القمر ، وباستمرار دورانها كان على الأرض أن تقاوم محاولات القمر فى إبقاء هذه الكومة ثابتة فى مكانها ،

مما تسبب فى انخفاض سرعة دوران الأرض ، وبالتالى ازداد اليوم طولا . وحتى فى أيامنا هذه ، حينما ازدادت فترة الدوران إلى ٢٤ ساعة وأصبح المد الأرضى صغيرا أو يكاد يكون غير ملموس ، فإن السحب لايزال مستمراً فى مياه المحيط . ومما يبدو غريبا أن طول الأيام مازال مستمراً فى الزيادة ، بالرغم من أن هذه النسبة طفيفة وتقدر بثانية واحدة فقط كل ١٠٠,٠٠٠ سنة أى أنه بعد مرور خمسين ألف مليون سنة من الآن — هذا لو ظلت الأرض والقمر موجودين — ستكون المسافة بينهما ٣٤٠,٠٠٠ ميل ، بينما سيصبح طول اليوم حينئذ ٤٧ مثلا ليومنا الحالى .

وكانت الأرض منذ ٥٠٠ مليون سنة — عندما ظهرت فى البحار أول الكائنات الحية المعروفة لدينا — مكانا غريبا حقا إذا حكمنا عليها بمقننا تنا الحاضرة . ولم تكن المحيطات وقتئذ دافئة فقط بل كانت ملوحتها أقل بكثير من محيطاتنا الحديثة، إذ أن معظم الأملاح الذائبة فى مياه البحار والمحيطات يرجع أصلها إلى اليابسة ، وسبب ذلك أن المياه تعمل على تعرية القارات ، ثم تجرف فى طريقها هذه المواد — بما فيها الأملاح — إلى أعماق المحيطات ثم تترسب هذه المواد بينما تبقى الأملاح ذائبة فى الماء ، ومن الواضح أن هذه العملية تدريجية بطبيعتها ، أما الهواء فى تلك الأزمنة السحيقة فلم يكن مماثلا للهواء المعهود لدينا فى الوقت الحاضر ، إذ كان غنيا إلى درجة

كبيرة بغاز ثانى أكسيد الكربون ، وهو ، وإن لم يكن فى الواقع ساما ، إلا أنه لايمكن لإنسان أو لحيوان أن يتنفسه . وتأخذ النباتات غاز ثانى أكسيد الكربون ثم تحلله تاركةغازالأكسجين ، ولذا فهناك دورة منتظمة فى عالمنا الحديث حيث تأخذ الحيوانات الأكسجين تاركة ثانى أكسيد الكربون ، بينما تقوم النباتات بالدور العكسى ، ومن هنا تبقى نسبة الأكسجين ثابتة . ولكن لم تكن هناك نباتات برية منذ ٥٠٠ مليون سنة مضت ، بل كانت القارات عارية صخرية بركانية ، ولم تكن هناك أية وسيلةللتخلص من ثانى أكسيد الكربون الزائد .

وأخيرا عندما بدأت الحياة كان مسرحها البحار لأنها كانت المكان الوحيدالذى لم يكن معاديا تماماالاستقبالها بينما كانت الأرض على النقيض من هذا لاتصلح للمعيشة . وكانت قصةالطبيعة العظيمة فى فجرها ، بادئة بكائنات بحرية دقيقة لتنتهى بالإنسان أعظم مخلوقات الأرض قاطبة .

الباب الثالث

سجل الصخور

عندما نفكر فى صخر فإننا نتصور كتلة من مادة صلدة مثل الجرانيت أو الحجر الجيرى ، ومع ذلك فالجيولوجيون يستعملون هذا اللفظ – صخر – فى معان أوسع من هذا ، فما لاشك فيه أن الجرانيت والحجر الجيرى يدخلان ضمن الصخور ، ولكن الطين صخر كذلك . وعموما فالأوكسجين والسيليكون أكثر العناصر انتشاراً فى القشرة الأرضية ، إذ يكون الإثنان معاً أكثر من ٨٠ ٪ من المادة الصخرية ، ولما كانت الصخور تضع فى أيدينا أقوى الوسائل لمعرفة تاريخ الأرض ، فلا مانع إذن من بذل القليل من الوقت فى مناقشة هذا الموضوع ، وتنقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية :

أولا : الصخور النارية Igneous Rocks :

وقد اشتقت من لفظ لاتينى Ignis ومعناه « النار » والصخور النارية كما توحى هذه التسمية ، بركانية الأصل ، وإن كانت تتكون فى الحقيقة من برودة الصهير وكثيراً ما تحمل من علامات تدل على سابق ارتفاع حرارتها . وعلى ذلك فهى تمثل أول صخور ظهرت

فى هذه الحالة فى الأيام الأولى للأرض . ويعتبر البازلت من الصخور النارية الأصيلة .

ثانياً : الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks :

ويتكون هذا النوع من الصخور من تفتت الصخور النارية بواسطة العوامل الطبيعية كالرياح والمياه ، وتنتقل الحبيبات الصغيرة أو الجزيئات ثم تتراكم على شكل رواسب ، وعندما تحمل هذه المواد إلى البحر ، فإن الأملاح الموجودة فيها تذوب فى مياهه بينما تترسب المواد غير القابلة للذوبان كالرمل والزلط فى قاع المحيطات ، وبهذه الطريقة تتكون طبقات سميكة من الصخور الرسوبية . ويعتبر الطين والحجر الجيرى من الأمثال الطيبة لهذا النوع من الصخور .

ثالثاً : الصخور المتحولة Metamorphic Rocks :

واسم هذه الصخور مشتق من كلمة قديمة معناها التحول . ومن المعروف أن الحرارة والضغط لهما القدرة على تغيير أى مادة تغييراً كليا لدرجة لا يمكن التعرف عليها ، ومثال ذلك الطوب الأحمر فهو يصنع من الطين على هذا النحو . وعندما تتعرض الصخور النارية أو الرسوبية لدرجة حرارة عالية أو ضغط كبير

أو لكليهما معا ، فإنها تتغير بعنف إلى صخور متحولة كالمادة الصفحية المعروفة بالشيست مثلا .

ولما كنا بصدد هذا الموضوع ، وجب علينا أن نضيف اصطلاحين آخرين كثيراً ما يستخدمهما الجيولوجيون . . وهما الجرانيت والبازلت ، وكلاهما من الصخور النارية ، ويحتويان على كمية كبيرة من السيليكون الذى يعتبر أحد المكونات الرئيسية للرمال ، ولكن الجرانيت يحوى علاوة على ذلك كمية متوسطة من الألومنيوم ، بينما تتضاءل هذه الكمية كثيراً فى البازلت حيث يوجد الماغنسيوم بديلا عن الألومنيوم .

ويمكن اعتبار القشرة الأرضية مكونة من سلسلة من الطبقات ، الطبقة السفلى منها مكونة من مادة بازلتية يطلق عليها اسم سيما (سيليكون وماغنسيوم) تعلوها طبقة أقل انتظاما من السيال نسبة الى السيليكون والألومنيوم .

وتتكون الكتل الأرضية أساسا من السيال ، ويعتقد البعض أن السيال كانت تغطى سطح الكرة الأرضية جميعه فى بادئ الأمر ، ولكن تكسرت نحو نهاية فترة البرودة (برودة الأرض) إلى كتل غير منتظمة . ويبدو أن المحيط الهادى وهو أكبر المحيطات لا يوجد بقاعه طبقة سيال على الإطلاق . وكان يظن

إلى وقت قريب أن هذا يرجع إلى انفصال القمر ، الذى تقل كثافته عن الأرض ، وعلى هذا فمن المحتمل أن يكون القمر فى جله مكونا من السيال . ولكننا الآن جد متأكدين من أن الأرض والقمر لم يكونا جسما واحداً قط . ولذا وجب إيجاد تفسير لعدم وجود السيال تحت مياه المحيط الهادى .

والصخور ، فى حد ذاتها ، تلقى ضوءا بسيطا على عمرها إلا إذا احتوت على مادة معينة مثل اليورانيوم . ولحسن الحظ ، فإن الصخور تحوى عادة بقايا أو حفريات لكائنات كانت تعيش فيما مضى ، وقد أدت دراسة هذه الحفريات إلى إنارة الطريق أمام الجيولوجيين لبناء التاريخ الدقيق للأزمنة الماضية . ويجب ألا نتوقع أنه إذا كسرنا صخرة عمرها ملايين السنين فسوف نعثر فى داخلها على حيوان أو نبات كامل . فاللحم والمواد الطرية تتحلل تاركة وراءها الهياكل العظمية فقط ، ولكن دراسة الحفريات أو علم الباليانتولوجيا لا يسوءه ذلك إلا قليلا . وتنقسم الحفريات الى ثلاثة أنواع رئيسية :

١ — بقايا الهيكل الأصلى .

٢ — بقايا هياكل حيث حلت بعض المعادن محل الهياكل الأصلية ، وتحتفظ هذه فى بعض الأحيان بتركيبها الداخلى مثل الخشب المتحجر .

٣ — وأخيراً بقايا أقل وضوحا مثل آثار أقدام كائنات انقرضت من زمن بعيد ، محفوظة كأثر قدم لشخص خطا على خرسانة طرية .

وإذا كانت الأرض مكانا هادئا لكان من السهل الحصول على تاريخها كاملا منذ ظهرت أول المخلوقات التى انقرضت وتركت حفرياتها ، ولكانت طبقات الصخور السفلى هى الأقدم عمراً كما أنها تحوى أقدم المخلوقات فى نفس الوقت ، وبالتالى سنجد سلسلة منتظمة من الطبقات مبتدئة بأقدم الطبقات ، ومنتهية بأحدثها . ولكن الأرض لسوء الحظ بعيدة كل البعد عن الاستقرار ، إذ حدث فى قشرتها كثير من الاضطرابات ، فقد ارتفعت مساحات جبلية ثم تآكلت ببطء بعد ذلك ، أما البحار فقد غمرت مساحات شاسعة كانت يابسة فيما قبل ، وهكذا فقد تتغير أشكال قارات بأكملها على مر الأزمنة . ويمكننا أن نرى هذا جاريا على نطاق صغير فى أيامنا الحالية . فمنذ قرون مضت كانت هناك مدينة على جانب كبير من الأهمية تسمى رافنزيور فى مقاطعة يوركشير — وهى فى المكان الذى نزل فيه هنرى بولينجبروك عام ١٣٩٩ ، ولا يوجد لهذه المدينة القديمة أى أثر الآن ، إذ زحف عليها البحر فغرقت تحت مياهه . ومن ناحية أخرى ، فإن البحر ينحسر عن أماكن أخرى ، فعلى مقربة من رومنى بكنت يمكننا ملاحظة

الفنارات التى كانت تقع فى يوم ما على الساحل ، ولكنها قد بعدت الآن كثيراً عن الشاطئ وفقدت قيمتها فى إرشاد السفن تبعا لذلك ، أما انجلترا نفسها فقد كانت متصلة بأوروبا منذ آلاف السنين ، ويمكننا أن نضيف إلى ذلك أن الأراضى والبحار فى عهد الزواحف الضخمة تختلف اختلافا كليا عنها فى أيامنا هذه .

وإذا بردت قشرة تفاحة دافئة فإنها تتغضن مكونة طيات ، كذلك عندما بردت الأرض تقلص باطنها مبتعداً عن القشرة الآخذة فى الصلابة ، وأصبحت القشرة واسعة بالنسبة للباطن فأخذت تنهال بعضها على بعض مكونة السلاسل الجبلية . وبالإضافة إلى ذلك فقد كانت هناك قوى أخرى تعمل وإن كانت هذه العملية كلها لم تكتمل فى الحقيقة حتى الآن .

كل هذا يحدث فى بطء وجلال ، إذ لا يمكن لسلسلة جبلية أن تتكون فى خمس دقائق ، بل إنها تستغرق ملايين السنين ، ولكن ظهورها على أية حال يحدث بلبلة فى سجل الصخور ، وتفقد بعض أجزاء قصة الأرض كلية .

وإذا أخذنا كتابا كبيراً ، وقطعنا جميع صفحاته وحذفنا أرقامها ثم خلطنا الصفحات بعضها ببعض فإننا سنجد صعوبة كبيرة فى إعادة ترتيب هذا الكتاب إلى حالته الأولى ، وعلى الأخص

إذا كانت بعض الصفحات ، ناهيك عن أبواب ، باهتة يصعب قراءتها . وهذا ما يجب على الجيولوجى أن يقوم به حيال «كتاب الصخور» ، وإذا عرفنا الملابسات والظروف السالفة فإننا نعترف بأنه قام بعمله على خير وجه .

وقد رتب الجيولوجيون هذا الكتاب فى خمسة أبواب رئيسية، يغطى كل منها فترة من تاريخ الأرض ، وهذه الأبواب مرتبة كالآتى مبتدئة من الأقدم إلى الأحدث :

١ — حقب ما قبل الكمبرى Precambrian (ما قبل الحياة)

٢ — حقب الحياة القديمة Palaeozoic

٣ — حقب الحياة المتوسطة Mesozoic (عهد الزواحف)

٤ — الحقب الثلاثى Tertiary (عهد الثدييات)

٥ — الحقب الرباعى Quaternary (الحياة الحديثة)

وينقسم بالتالى كل باب من هذه الأبواب إلى عدة فقرات فمثلا ينقسم باب حقب الحياة المتوسطة إلى ثلاث فقرات هى العصور التالية بالترتيب ، الترياسى Triassic ، العصر الجوراوى Jurassic العصر الطباشيرى Cretaceous . وبالرغم من ثقل هذه التسميات فى النطق إلا أنها ليست عسيرة التعليم بل من السهل التعود عليها ،

وقد وضعت قائمة كاملة بالعصور الجيولوجية فى آخر الكتاب بالملحق رقم ١ .

أما الفقرات فقد قسمت حسب التعبيرين التاليين : « السفلى » و « العلوى » . ولنأخذ مثلا الفقرة الترياسية، إذ تنقسم إلى الترياس السفلى الذى يمثل الجمل المبكرة والترياسى العلوى أو الجمل المتأخرة. وهذه التعبيرات أو الاصطلاحات بالذات معقولة بما فيه الكفاية وبما أن الترياس العلوى يعتبر الأحدث ، فإن صخوره بحفرياتها يجب أن توجد فوق طبقات الترياس السفلى ، وهذا هو المعتاد على الرغم من أن الالتواء والرفع والخفض البطىء للقشرة الأرضية يسبب فى بعض الأحيان خللا فى هذا الترتيب المنتظم .

وتطبق مثل هذه القاعدة على كتب التاريخ الإنجليزى ، فالفترة بين عامى ١٤٨٥ و ١٦٠٣ ، مثلا ، تسمى التيودور . وإذا كان لنا الخيار فيمكننا أن نطلق على الفترة التى حكم فيها كل من هنرى السابع والثامن بالتيودور السفلى والباقى بالعلوى . ولكن على الرغم من ذلك توجد اختلافات بينّة وعلى الأخص فى ناحيتين فقد انتهت أسرة التيودور فجأة فى عام ١٦٠٣ على أثر وقوع حادث خاص ألا وهو وفاة الملكة اليزابيث الأولى ولكن العصور الجيولوجية ليست حدودها بمثل هذا الوضوح ، إذ يتداخل كل

عصر فى التالى دون حد قاطع بالإضافة إلى أن المقياس الزمنى للتاريخ الإنجليزى أصغر كثيرا من مقياس العصور الجيولوجية إذ تقدر فترة حكم التيودور بمائة سنة وثمان ، بينما يقدر طول العصر الترياسى من تاريخ الأرض بحوالى خمسة وعشرين مليون سنة .

ولا زلنا نناقش حتى الآن أول الأبواب ألا وهو حقب ما قبل الكمبرى ، الذى ينقسم بدوره إلى قسمين : الأركيوزوى Archaeozoic والبروتيروزوى Proterozoic .

وقد شغل حقب ما قبل الكمبرى فترة من الزمن تقدر بحوالى ألفين وخمسمائة مليون سنة منذ انفصلت الأرض عن أمها الشمس إلى ذلك الوقت الذى قابلنا فيه أول حفرية ، ولذا يقدر بخمسة أمثال الأبواب الباقية معا .

ولم نجد أى حفريات تمكننا من قراءة حقب ما قبل الكمبرى ولذا نلجأ كثيراً إلى الحدس ، وتدلنا الصخور نفسها على أننا نسلك الطريق السوى، فعند ما بدأ هذا الحقب كانت الأرض كتلة نارية ملتهبة ، وعند نهايته أى منذ حوالى خمسمائة وعشرين مليون سنة تكون لها سطح جامد به أراض ومحيطات وبراكين ثائرة . وقد وجدت أقدم الصخور فى جزر الهبرديز حول خليج هدسون وكذا فى بعض أجزاء فنلندة ويرجع تاريخها إلى ما قبل الكمبرى.

وهناك احتمال في أنها بقايا تآكل جبال شاهقة كانت موجودة في يوم من الأيام في هذه المناطق وقد حدثت على الأقل تسع حركات أرضية ضخمة في حقب ما قبل الكمبرى ، كما اختلفت درجات الحرارة ، فبعد البرودة الأولى تعرضت الأرض لفترات شديدة الحرارة تعاقبت مع فترات باردة أقل عدداً .

وأقدم صخور حاوية لحفريات في حالة جيدة يقدر عمرها بحوالى خمسمائة وعشرين مليون سنة ، ولذا تعتبر العلامة المميزة لانتهاء حقب ما قبل الكمبرى . أما وقد قرأنا فهرس الكتاب فإننا على استعداد لترجمة البقية الباقية منه ، ولنتتبع تاريخ الأرض خلال عهودها المختلفة إلى وقتنا الحالى ، وهى في الحقيقة قصة خلابة تأخذ بالألباب ، فأول ما يقابلنا مخلوقات بحرية دقيقة ثم الأسماك وتليها أول البرمائيات التي زحفت على الأرض ثم تطورت بالتدريج إلى زواحف ثم ازدادت الزواحف وعظم شأنها حتى تحكمت في الأرض زواحف مهولة تتضاءل بجانبها الفيلة الحالية . ثم انقرضت الزواحف المهولة لتحل محلها الطيور والثدييات ، وأخيرا .. ظهر الإنسان ، بينما كان البحر طوال هذا الوقت يتقدم ويتراجع والجبال الجديدة تتكون وتظهر بينما تتغير صورة الأرض كلها بتتابع الأزمان . ولم تنته القصة بعد ... فلازال هناك العديد من أبواب هذا الكتاب العظيم الذى لم يكتب بعد .

الباب الرابع

بداية الحياة

يعتبر حقب ما قبل الكمبرى مقدمة لكتاب الطبيعة ثم يتبع ذلك الكتاب نفسه مبتدئا بحقب الحياة القديمة Palaeozoic وأول قسم منه وهو حقب الحياة القديمة السفلى الذى يبدأ بعصر الكمبرى وأول الكائنات المعروفة .

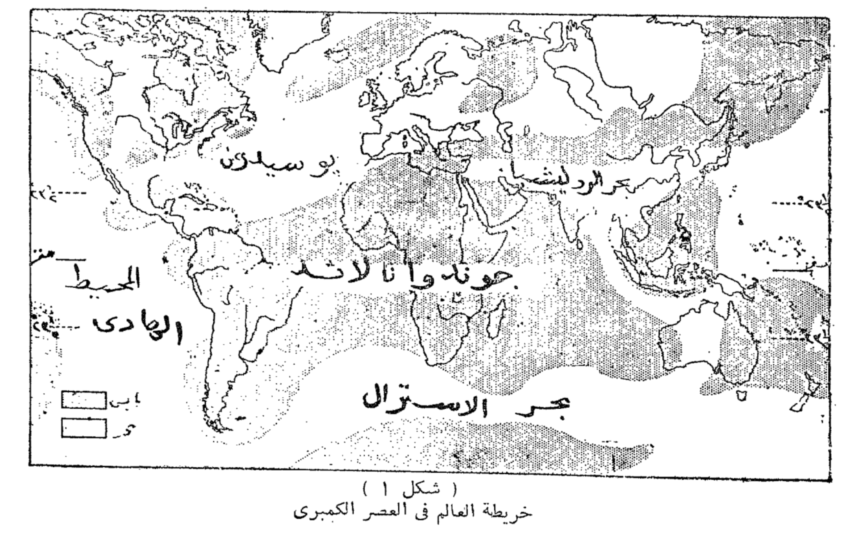
وقد اشتقت هذه التسمية من كمبريا وهو الاسم الرومانى القديم لويلز ، حيث أمكن التعرف على الصخور القديمة لهذا العصر . وقد استغرق العصر الكمبرى حوالى مائة مليون سنة مبتدئا منذ ٥٢٠ مليون سنة ثم انتهى من ٤٢٠ مليون سنة مضت ، وقد كان التطور خلاله يسير ببطء على وتيرة واحدة .

ومن الطبيعى ، أن نجد صعوبة بالغة فى رسم خريطة العالم فى تلك الأزمنة . فسجل الصخور متقطع ومختلط بعضه ببعض ، علاوة على أن الكثير من أجزائه مفقود فقدا تاما وعلى كل فلنحاول ما وسعتنا المحاولة ، ويبدو مؤكدا أن قارة كبيرة أطلق عليها اسم جوندوانالاند كانت موجودة على جانبى خط الاستواء

فى المنطقة التى تشغلها الآن إفريقيا وأمريكا الجنوبية وجنوب المحيط الأطلنطى .

وكان يحيط هذه القارة من الجنوب بحر الاسترال ، ومن الشمال بحر البوسيدون الذى كان يغمر الجزء الذى تشغله بريطانيا حاليا ، ويحدها من الغرب بحر الرديليشيا . أما المحيط الهادى وهو أكبر المحيطات الحاضرة فقد كان فى حيز الوجود فعلا فى العصر الكمبرى وهناك فى الحقيقة أجزاء عديدة من المحيط الهادى التى يبدو أنها لم تكن أرضا يابسة فى يوم من الأيام ، لذلك يمكن اعتباره فى مفهوم خاص أقدم المحيطات قاطبة . ومن المحتمل أن يكون ذلك مرتبطا بعدم وجود طبقة من السيال مغطية لقاعه ، ونظرية انفصال القمر من هذا المكان بالذات يمكن أن تفسر هذا الموضوع ، وقد أسف كثير من الجيولوجيين عندما ثبت خطأ هذه النظرية .

وجوندوانالاند كانت بالضرورة قارة موحشة مفزعة ، إذ لم يكن بها نباتات أو حيوانات ، وقد كانت الحيوانات حتى الزواحف منها حلما بعيد المنال . وهناك احتمال فى أن الصحارى كانت تشغل الجزء الأكبر من هذه القارة ، بالرغم من عدم وجود الوسائل التى تؤيد هذا بالدليل القاطع . وعلى كل ، فقد بقى بها براكين كثيرة بينما أخذت الرياح العاتية والعواصف الشديدة تلهب ظهر



(شكل ١)
خريطة العالم فى العصر الكمبرى

هذه الأراضى العارية ومياه البحار تضرب الشواطىء دون توقف.

أما البحار فيحتمل أنها كانت ضحلة نوعا ما ، كما كانت أوسع انتشارا من بحار حقب ما قبل الكمبرى . وبمرور السنين ترسب الرمل والطين الأسود على قاع المحيطات مؤديا إلى هبوطها ، ثم تماسك الرمل والطمى تدريجيا ليكوّن مواد جديدة مثل الاردواز ، واستمرت هذه العملية على هذا المنوال ملايين السنين . ويبدو أن البحار كانت دافئة أيضا ، ولم نتوصل إلى معرفة هـــذا من الصخور نفسها ، بل من دراسة بقايا تعكس أثر المياه الدافئة وجدت فى أماكن متباعدة مثل جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية ، والتى تبين لنا أن حرارة المحيطات فى العصر الكمبرى كانت أكثر ارتفاعا عنها فى الوقت الحاضر .

وليس من الصواب القول بأن الحياة بدأت فى العصر الكمبرى. فما لا شك فيه أنها ظهرت قبل ذلك ، فعندما جاء العصر الكمبرى كانت هناك فعلا نباتات كثيرة نخص منها بالذات الأعشاب البحرية وكذلك بعض أنواع الكائنات البحرية الصغيرة ولكن إذا أمكننا أن نخمن متى بدأت الحياة على وجه التقريب ، فإنه ليست لدينا فكرة صحيحة عن كيفية بدئها . والحق يقال أن ما نعرفه عن « الحياة » قليل جدا حتى أيامنا الحالية ، كما أنه لا يمكننا أن نصنع الحياة لأنفسنا بالرغم من أننا لسوء الحظ قادرون على إفنائها بسهولة.

تدعو إلى الفزع ! ومع ذلك ، فنحن نعرف تماما أن المادة الحية ترتكز فى تكوينها على عنصر معين هو الكربون ، ونظرا للأهمية البالغة لهذا الموضوع فإنه يستحق مناقشته بالتفصيل فيما بعد .

وتتكون المادة مهما كان نوعها من وحدات متناهية فى الصغر تسمى بالذرات ، وهى غاية فى الدقة لدرجة لا يمكن رؤيتها تحت أقوى الميكروسكوبات الموجودة أو التى يحتمل أن تخترع مهما كانت قوة تكبيرها . ولكن بالرغم من عدم قدرتنا على دراسة كل ذرة على حدة إلا أنه يمكننا معرفة الكثير عن سلوكها . ويوجد من الذرات ٩٢ نوعا طبيعيا فقط ، وكل المواد الموجودة فى الكون من النجوم إلى الكواكب . . حتى الإنسان . . ودبابيس الرسم ماهى جميعا إلا تركيبات مختلفة لهذه العناصر ، وتكوّن هذه العناصر سلسلة كاملة ، فليس هناك إذن أية فرصة يمكنها أن تؤدى إلى عدم اكتشاف أى منها . وهناك وجه للمقارنة بينها وبين الأرقام العادية ، فمثلا ، إذا حاولنا وضع رقم صحيح بين ٧ ، ٨ فسوف نفشل لا محالة ، ويرجع ذلك بكل بساطة إلى عدم وجود مكان له . وبالمثل كذلك لا نجد مكانا لإضافة أى عنصر جديد بين هذه السلسلة ابتداء من العنصر رقم (١) إلى العنصر رقم (٩٢) . وإحقاقا للحق ، فإن علينا أن نضيف أنه أمكن استحداث القليل من العناصر فى المعمل خــــلال السنوات القليلة الماضية ولكن أرقامها تلت الرقم ٩٢ أى ٩٣ ، ٩٤ . وهكذا ، وجميعها غير ثابتة

إذ تتحلل أسرع من اليورانيوم نفسه ، ولذلك فإن اكتشافها فى الطبيعة بعيد الاحتمال .

ويبدو غريبا أن نعلم أن جميع العوالم مكونة من هذا العدد القليل من العناصر ، ولكن هناك العديد من أمثال هذه الحالات فى حياتنا اليومية . فمثلا ، تتكون الآلاف المؤلفة من كلمات اللغة الإنجليزية من تنظيمات مختلفة لستة وعشرين حرفا ، وكل الألحان الموسيقية التى تسمعها تتكون أساسا من الحركات الموسيقية الثمانية للسلم الموسيقى ، وبعض المواد مثل الرصاص والذهب والسيليكون والكربون كل منها عبارة عن عنصر واحد أما الملح والماء ، فليسا كذلك ، فالملح يتكوّن من اتحاد الصوديوم والكلور وكلاهما عنصر ، وبالمثل الماء ، الذى يعلم الجميع أنه مكوّن من الايدروجين والأكسوجين باتحاد ذرتين من الأول بذرة من الثانى لتكوّن ذرة مجمعة واحدة أو جزىء من الماء .

ويعتبر الكربون أكثر العناصر فاعلية فى بناء الجزيئات ، ولذراته قدرة كبيرة على الاتحاد بغيره من المواد لتكوّن مجموعات معقدة وكبيرة نسبياً ، وهذه المجموعات بالذات هى التى تحتاج إليها المادة الحية ، فكل شىء حى سواء كان فيلا أو إنسانا أو كائنا بحريا من كائنات عصر الكمبرى أساسه الكربون ولا تقع على غيره من العناصر هذه المسئولية الجسيمة .

وطبقاً لما جاء به بعض العلماء مثل الأستاذ الروسى أ. ى. أوبارين فإن المياه الدافئة بالمحيطات القديمة كانت تحوى مركبات كربونية بسيطة فى محاليلها ، وبمرور الوقت أصبحت هذه المركبات أكثر تعقيداً عن ذى قبل ، حتى تحولت فى النهاية إلى مادة حية . ومن المحتمل أن يكون أوبارين على صواب . ولكن نظريته ، بالطبع لم تفسر الحياة ، فمازلنا لا نعلم كيف تحولت هذه المركبات الكربونية من مادة غير حية إلى مادة حية . ومع هذا ، فلم تتقدم عقولنا حتى هذه اللحظة بما يكفى لتفسير هذا السر ، وبالتالى لانرى داعياً للاطراد فى مناقشة هذا الموضوع ، وكل ما يمكننا أن نقطع به أن الحياة بدأت فى البحر فى أحد الأوقات بحقب ما قبل الكمبرى .

وقد بدأت الحياة فى البحر لأنه أنسب الأماكن لها ، وبالطبع ، تظهر الحياة أينما تتهيأ الظروف المناسبة لاستقبالها ، ويؤيد علم الفلك هذه الفكرة ، إذ يبدو أن كوكب المريخ ، الذى لايبدو معاديا للحياة بشكل يبعث على اليأس ، يحوى أرضاً خضراء ممتدة رسخت فيها أقدام النبات . ولكن أراضى الكمبرى على كوكبنا هذا لم تكن مستعدة بعد ، وكان لابد من انسلاخ مائة مليون سنة قبل أن تبدأ النباتات زحفها فى البحر إلى البر .

وفى الحقيقة ، كانت معظم الكائنات الموجودة بمحيطات عصر

الكبرى من النوع الدنىء ، فكان هناك الأسفنج وقناديل البحر ونجوم البحر والمحاريات والديـــدان ، وبعضها لم يكن مشابها للأنواع الموجودة الآن . وكان معظمها ذا جسد رخو لم يترك بقايا صلدة يمكن أن توجد فيما بعد على شكل حفريات ، ولكن هذا لم يمنع من اكتشاف بعض آثار الديدان وقناديل البحر مطبوعة فى أماكن متفرقة على صخور الكمبرى ، وهذه الآثار تعتبر حفريات من النوع الثالث غير المباشر . أما أكثر مخلوقات هذا العصر تقدما فكانت تشبه السرطان البحرى بعض الشىء وتسمى بالترايلوبيت التى استمرت فى الوجود منذ ظهورها حتى اندثرت منذ ٢٠٠ مليون سنة مضت دون أن تترك سلالات (ويعتبر هذا التاريخ حديثا بالنسبة للمقياس الزمنى الجيولوجى) .

وهناك احتمال فى أنها — أى الترايلوبيت — سليلة مخلوقات شبيهة بالديدان ، ولكنها تعتبر فى رتبة أرقى بكثير من سالفتها ، وقد بلغ طول الكبير منها عدة أقدام ، بالرغم من أن بعضها بلغ طوله بوصة أو بوصتين وأما الصغيرة فقد بلغت حجم رأس دبوس . وتملك الترايلوبيت أرجلا عديدة وهى فى ذلك تشبه المئينية وهى نوع من الحشرات له ١٠٠ قدم ، بينما توجد العيون فى أعلى الرأس ، ويدلنا هذا على أنها قضت معظم حياتها فى قاع البحار مستخدمة أرجلها بالطريقة المعتادة ناظرة إلى أعلى لتبحث عن غذائها . أما أقدامها فإنها تتشعب تشعبا عجيبا ، فإذا ما بدأت فى

استخدام أرجلها فإنها ترتفع عن قاع البحر ثم تنزلق فى الماء بينما تكفى ضربة صغيرة لتحملها بعيدا عن أى عدو يحتمل ظهوره .

وفى الحقيقة ، فإن الأخطار كانت قليلة فى تلك الأيام السحيقة فالمخلوقات الضخمة التى تميز البحار التالية مثل الزواحف وسمك القرش لم تكن قد ظهرت بعد . وكانت الترايلوبيت سيدة العالم فى هذا الوقت ، ولذا عمرت طوال العصر الكمبرى . وأخيرا انقرضت بعد مضى مائتى مليون سنة ، وكان انقراضها تدريجيا بالطبع مثل أى شىء آخر فى الجيولوجيا ، ولكنها اختفت تماما بانتهاء حقب الحياة القديمة .

وقد انتشرت الجرابتوليت كذلك فى بحار الكمبرى ، وتعتبر أقل كثيرا فى رقيها من الترايلوبيت . وتتكون الجرابتوليت من مستعمرات من كائنات دقيقة مغلفة بشبكة قرنية تتدلى قرب سطح البحر . ومن الطبيعى ، أن تجرف التيارات البحرية مستعمرات الجرابتوليت إلى كل مكان ، وقد انتشرت تبعا لذلك فى جميع المحيطات .

ومنذ أكثر من أربعمائة مليون سنة خلت، بدأت المياه الضحلة الدافئة فى الانحسار فتكشفت مساحات جديدة من اليابسة، واستمرت هذه العملية بعض الوقت ، وفى النهاية انتشرت البحار مرة أخرى.

ونحن نعتبر هذا علامة مميزة لبداية عصر جديد فى حقب الحياة القديمة ألا وهو عصر الأوردوفيسى . وقد سمى كذلك نسبة إلى الأوردوفيس وهى إحدى القبائل التى عاشت فى هـذا الجزء من ويلز حيث درست صخور هذا العصر بدقة لأول مرة وقد استمر الأوردوفيسى لمدة سبعين مليون سنة بين ٤٢٠ و ٣٥٠ مليون سنة مضت ، ولذا فهو أقصر كثيرا من الـكمبرى .

وعلى العموم فليس هناك اختلاف كبير بين عصر الـكمبرى والأوردوفيسى على الرغم من أن الحياة فى البحر كـانت دائمة التطور فى ذلك الوقت . وكـانت الأراضى لا تزال صخرية عارية مليئة بكـثير من الثورات البركـانية مثلما كـان عليه الحال فى المنطقة التى تشغلها ويلز حاليا . ويبدو أن مناخ الأرض كـان دافئا معتدلا ، بالرغم من تأكـدنا من وجود بعض القلنسوات أو القمم الجليدية فى بعض المناطق المتفرقة هنا وهناك خصوصا فى المـكان الذى تشغله النرويج الآن .

أما الحياة النبـاتية فقد كانت لاتتعدى الأعشاب البحرية ، بينما ظلت الترايلوبيت سيدة العالم ، كما ازدهر الاسفنج والمرجان والحلزونات البحرية فى المياه الصافية الدافئة وقد صاحبها كذلك الأجداد الدنيئة لأم الحبر والأخطبوط المعهودين ثم حدث تطور هام فى نهاية العصر الأوردوفيسى فقد ظهرت لأول مرة حيوانات

فقارية ، وإن لم تكن هذه من الأسماك الحقيقية إلا أنها على الأقل أرقى من شبيهة السرطانات البحرية — الترايلوبيت .

وبهذا انسلخ أكثر من ألف مليون سنة قبل أن تبدأ الحياة فى العمل الجدى فتتطور إلى أول المخلوقات الفقارية ولكن تقدمها التالى كان أسرع من هذا بكثير فمنذ ثلاثمائة وخمسين مليون عام — عندما انتهى العصر الأوردوفيسى — كانت خشبة المسرح معدة لأحداث الفصل التالى من قصة الطبيعة .

الباب الخامس

عهد الأسماك

ناقشنا فيما سبق عصوراً عمرت كثيراً جداً ، إذ استمر حقب ماقبل الكمبرى وحده أكثر من ألفين وخمسمائة مليون سنة . بينما استغرق الكمبرى مائة مليون سنة والأوردوفيسى سبعين مليون سنة . ومع ذلك ، فنظراً لماحدث من تطور الحياة السريع بعد ذلك فقد قسم الجيولوجيون بقية الزمن إلى عصور أقصر ، فالعصر التالى الذى يطلق عليه السيلورى Silurian — نسبة إلى قبيلة السيلور التى عاشت يوما ما فى هذا الجزء من ويلز حيث درست صخور هذا العصر لأول مرة — لبث ثلاثين مليون سنة فقط وانتهى بذلك منذ ثلاثمائة وعشرين مليون سنة مضت .

ولا نعرف سببا معينا يوضح سر اقتران أسماء العصور الثلاثة الأولى بويلز سوى أن صخور ويلز بالذات قديمة ومازالت محفوظة فى حالة جيدة أما العصر الرابع فقد سمى بالديفونى نسبة إلى مقاطعة ديفون بينما يبدو اشتقاق باقى أسماء العصور أقل وضوحا .

ويعتبر العصر السيلورى إلى حد ما امتدادا للعصر الأوردوفيسى وقد بدأ بحركات أرضية عنيفة وانتهى بعهد لتكوين الجبال ،

ولكنه كان فيما عدا ذلك عصرا هادئاً فى غالبية مدته التى تقدر بثلاثين مليون سنة بغض النظر عن وجود قليل من النشاط البركانى. ويبدو كما لو كانت الأرض قد فقدت طاقتها الأولى ، ثم أخذت بعد ذلك تستجمع قواها لاضطرابات ضخمة مقبلة. وقد كان مناخ العصر السيلورى دافئا باعتدال ، وبذلك أصبحت البحار أكثر ملاءمة لتقدم الحياة بينما بدأت اليابسة فى إظهار شعورها بالود نحو الحياة ولذا فلا يجب أن ندهش إذا علمنا أن النباتات الأولى هجرت الحياة فى الماء إلى الأبد فى العصر السيلورى لتبدأ حياة جديدة فى الهواء الطلق.

ولم تكن نباتات السيلورى السفلى سوى أعشاب بحرية ، ولكن النباتات لها القدرة على تحوير نفسها بما يلائم البيئة التى تحيط بها ، وعليه فلابد وأن تكون الأعشاب البحرية قد نمت فى المياه الضحلة قرب حافة المحيطات أولا حيث ظلت غير مغطاة بالماء لساعات عديدة أثناء الجزر ، وفى النهاية تعلمت كيف تدبر حياتها دون أن تكون مغطاة بالماء على الإطلاق . ومرة أخرى حدث هذا التغيير تدريجا ، ولا يمكننا أن نحدد بالضبط متى أو كيف بدأ ؟ ولكن فى نهاية العصر السيلورى عم انتشار النباتات على وجه الأرض وعلى الأخص بالقرب من السواحل وربما كان الجزء الداخلى من قارة جوندوانالاند الفسيحة المفزعة لا يزال قحلا فى ذلك الوقت

ولكن المسألة لم تكن لتحتاج إلا لعامل الزمن فقط لكى تنتشر النباتات فى كل مكان ممهدة بذلك الطريق لمملكة الحيوان لتأخذ دورها على مسرح الحياة .

وعلاوة على ذلك ، فإن نمو النباتات على هذا الوجه قد أثر كثيراً على هواء الأرض. فقد سبق أن أوضحنا فى الأبواب الأولى من هذا الكتاب ، أن الهواء الناتج من الثورات البركانية إبان حقب ماقبل الكمبرى كان غنياً بثانى أكسيد الكربون ، ذلك الغاز الثقيل الذى لا يصلح للتنفس والذى انطلق بكميات وفيرة من البراكين . والحقيقة الثابتة أن النباتات تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون وتحلله ، فجزىء ثانى أكسيد الكربون يتكون من ذرة من الكربون متحدة بذرتين من الأكسجين، وتستخدم النباتات الكربون لصالحها تاركة غاز الأكسجين الحر .

وقد نتج معظم الأكسجين الموجود فى هوائنا الحالى بهذه الطريقة ولكن هذه العملية لم تبدأ إلا عندما ثبتت النباتات البرية أقدامها على سطح الأرض . ولم تكن هناك وسيلة أخرى قبل ذلك للتخلص من ثانى أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين . وعلى ذلك فإن الهواء فى بداية العصر السيلورى كان منفراً من وجهة نظرنا ، ولكن هذا الوضع أخذ فى التحسن بظهور النباتات البرية وتقدمها . وقد استمرت الزيادة فى الأكسجين خلال بقية حقب الحياة القديمة ،

حتى إنه من المحتمل أن يكون الهواء فى زمن ظهور الزواحف العظيمة متبايناً عما نعهده فى الوقت الحاضر .

وهكذا كان السيلورى عصراً هادئاً تميز بازدهار الحياة النباتية مع القليل من النشاط البركانى ، بينما ظل البحر الذى مازال ضحلا صافياً مرتعاً للحيوانات . وقد استمرت الترايلوبيت فى الانتشار ، بينما اتخذ بعض منها أشكالا غريبة ، فقد أخذت بعض أنواعها تزحف وتحفر فى الطين الكثيف بقاع البحار وقد أصيبت هذه بالعمى وعلى الأخص لأن عيونها على أية حال أصبحت عديمة الفائدة لها ، أما الأنواع التى فضلت المعيشة فوق القاع فقد ظلت محتفظة بعيونها فى أطراف سويقات بارزة . وكانت الجرابتوليت كثيرة العدد أيضاً ، ولكنها مع أمثالها من الكائنات الأولى لم تعد تسود



(شكل ٢)
البحر السيلورى

العالم بعد ، فقد ولى عصرها الذهبي وبدأت أشكال جديدة متقدمة من الحياة تأخذ مكانها فى عالم الوجود .

فقد ظهرت — على سبيل المثال — العقارب البحرية أو العرجنيات وهى ذات قرابة بعيدة للعقارب البرية التى ظهرت فيما بعد، ولكنها قضت عمرها تحت سطح الماء ، متنفسة عن طريق الخياشيم بدلا من الرئات . وكانت العقارب البحرية تفضل المياه الساحلية الضحلة عن أعماق المحيطات ، كما أنها كانت أكثر ضخامة من العقارب الحديثة وقد كان بعضها — فى الحقيقة — ضخما ، إذ بلغ طوله ثمانية أو تسعة أقدام ، كما أنها كانت آكلة لحوم فقد كانت تتغذى على الترايلوبيت وغيرها من المخلوقات الضعيفة التى لا تتمكن من الدفاع عن نفسها . ومن الملاحظ ، أن بداية النهاية بالنسبة للترايلوبيت كانت فى العصر السيلورى بينما انقرضت الجرابتوليت تماما قبل انتهاء هذا العصر .

ومع ذلك ، فلم تتمكن العقارب البحرية من أن تظل سائدة لوقت طويل ، فقد أخذت الحيوانات الفقارية فى التقدم منذ أول وجودها فى نهاية العصر الأوردوفيسى ثم شنت الحرب على العقارب البحرية مثلما فعلت الأخيرة بالترايلوبيت ، ومع هذا ، فلم يستمر العصر السيلورى هادئا حتى نهايته ، إذ بدأت تحدث حركات أرضية ضخمة مرة أخرى قرب نهاية هذا العصر ، ونحن نعتبر هذه الحركات العلامة المميزة لانتهاء حقب الحياة القديمة السفلى .

ويصل عصر بناء الجبال هذا — الذى يعرف بالثورة الكاليدونية Caledonian — بين آخر عصر فى حقب الحياة القديمة السفلى أى السيلورى وبين أول عصر فى حقب الحياة القديمة العلوى أى الديفونى وعند انتهائه بعد عشرات الملايين من السنين ظلت جوندوانالاند على ضخامتها ، ولكن بحرى البوسيدون والريدليشيا اتصل أحدهما بالآخر ليكونا محيطا كبيراً ضيقا نسبيا هو التيثز الشهير الذى يمكن تتبع أثره إلى عشرين مليون سنة مضت ، وقد تبقى جزء منه ألا وهو البحر الأبيض المتوسط المعهود لدينا .

وقد سارت الثورة الكاليدونية فى تدرج ، مثلها فى ذلك مثل الأحداث الجيولوجية كلها، ومن الخطأ التصور أن الجبال ترتفع فجأة فى مثل هذه الثورات حتى أن منطقة منخفضة فى يوم ما يمكن أن تصبح أعلى قمة لجبل فى الصباح التالى . ولكن الحركات الأرضية التى بدأت فى أواخر السيلورى استمرت دون توقف إبان العصر الديفونى الذى بدأ منذ ٣٢٠ مليون سنة وانتهى منذ ٢٧٥ مليون سنة مضت، وحالما يتكون أى جبل تبدأ عوامل التعرية فى تآكله مرة أخرى وينتج تبعا لذلك كميات هائلة من الحصى والرمل والطين . فهناك فى غرب انجلترا مثلا تراكمت رواسب تحت سطح الماء على شكل طين غامق اللون تحول بالضغط فيما بعد إلى اردواز وطين صفحى. وهذا النوع من التكاوين الجيولوجية يظهر جليا فى ديفون،

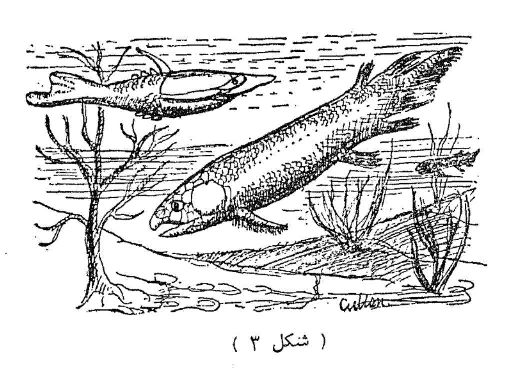
ويمكننا ان نفهم جيداً لماذا يسمى العصر الديفونى ، فى بعض الأحيان ، بعصر الحجر الرملى الأحمر القديم Old Red Sandstone.

وعموما ، فقد كانت ظروف الديفونى أقل ملاءمة من السيلورى ، إذ كانت الأرض حارة ، فقد تعرضت معظم البقاع لجو لافح جاف مع فترات قصيرة من الأمطار الموسمية الغزيرة . ومما يحتمل الصدق أيضاً ، أن الحركات الأرضية فى الديفونى بلغت حداً من العنف لم تشهد له الأرض مثيلا فى أى عصر من العصور منذ نهاية حقب ماقبل الكمبرى . وهذا النوع من الحركات الأرضية لا يساعد إطلاقا على حفظ الحفريات حفظا جيداً ، ونتج عن هذا أننا لم نستطع قراءة بعض صفحات العصر الديفونى بسهولة .

ومع ذلك فقد كان عصراً ذا أهمية حيوية كبيرة ، فقد انتشرت فيه النباتات البرية بسرعة ، ولم تعد مرتبطة بنموها حول السواحل بل ملأت جوانب الأرض باذلة قصارى جهدها فى تنقية الغلاف الجوى معدة إياه لاستقبال الحيوانات . وقد كانت هذه النباتات ، أيضاً ، أكثر تعقيداً من أعشاب البحر وهى النباتات البسيطة التى عاشت فى العصرين الكمبرى والسيلورى .

هذا وقد وصلت بعض النباتات فى نهاية العصر الديفونى إلى درجة لا بأس بها من التقدم ، وقد كانت هذه فى حقيقتها أسلاف السرخسيات والأمسوخيات الموجودة فى أيامنا الحالية . أما النباتات

المزهرة بما تحمله من زهور يانعة فلم تظهر فى الوجود إلا بعد زمن طويل من نهاية حقب الحياة القديمة العلوى . وتبعا لذلك فإن جوندوانالاند فى نهاية العصر الديفونى لم تكن سوى أرض لاجمال فيها ولا ألوان وإن كانت على الرغم من ذلك أحسن بهاء من الأراضى القاحلة والصخور العارية فى العصور السالفة .



(شكل ٣)

الاستراكوديراس والديبنون

وفى هذه الأثناء كانت التطورات التى تحدث تحت سطح البحر أكثر أهمية فقد انقرضت الجرابتوليت تماما ، أما الترايلوبيت فسارت فى طريق الفناء ، بينما أخذت الحيوانات الفقارية تزداد

انتشاراً، وتطورت الأنواع السيلورية الشبيهة بالأسماك سريعاً حسب مقياس الزمن الجيولوجي وسرعان ماتحولت فى منتصف العصر الديفونى إلى أسماك حقيقية ، تتنقل فى جماعات بالمحيطات الكبيرة وكان من بينها سمك القرش ، الذى لم يكن يختلف كثيراً عن القرش المعهود لنا حاليا من حيث شكله الظاهرى . ولسنا فى حاجة إلى القول بأن وفود هذه الكائنات المتوحشة كان بمثابة نذير فناء للحيوانات الأصغر منها مثل العقارب البحرية والترايلوبيت التعيسة المسكينة.

وقد وصفت معظم أسماك العصر الديفونى « بالمدرعات » ويعتبر هذا أنسب وصف لها . فمثلا سمك الكوكوستياس يغطى جسمه تماما ألواح عظمية حتى إنه يعتبر طعاما لايستسيغه أى قرش . ومن ناحية أخرى فإن الحراشيف تغطى سمك الديبنون الموضح بالشكل رقم ٣ مما يجعله يبدو أقل غرابة من النوع السابق ، ويتنفس الديبنون عن طريق الرئة كما أن له زعانف يمكنه استخدامها فى التحرك خارج حدود مياه البحر حتى إذا صادفه سوء الحظ وانغرس فى الطين تمكن فى حالات كثيرة من العودة إلى الماء . ويعتبر هذا النوع من الأسماك السلف الحقيقى للحيوانات التى تتنفس الهواء ، ويحتمل أن تكون أول الكائنات البرية قد تطورت منه .

وكانت البحار عامرة بالحياة إبان غالبية العصر الديفونى ، ولذا سمى بعهد الأسماك . ومع هذا فلم يكن عصر سلام ، فقد تعرضت

الأرض من حين لآخر لفترات طويلة من الجفاف، وعلى الأخص فى نهاية هذا العصر ، جفت فيها بعض رقع صغيرة من المسطحات المائية تماماً ، وماتت غالبية مابها من أسماك . وقد قاومت الديبنون ذات الرئات البدائية التى ساعدتها على البقاء بعيداً عن الماء لفترات قصيرة وتدبرت أمرها أفضل من غالبية الأنواع الأخرى كلما أصبحت ظروف الحياة سيئة وصعبة ، ولازالت سلالاتها من الأسماك الرئوية موجودة فى جنوب أفريقيا واستراليا وأمريكا الجنوبية . وعلاوة على ذلك ، فقد كانت أرقى من ذلك تلك الأسماك التى تملك زعانف من نوع معين تحولت فى النهاية إلى أرجل حقيقية . أما كيف حدث هذا فسؤال لازالت الإجابة عنه سراً غامضاً من أسرار الحياة لأن سجل الصخور ، للأسف ، ناقص غير متكامل ، كما أن أقدم الكائنات البرية المعروفة كانت تملك فعلا أرجلا وأقداماً حقيقية ولكن هذا التحول قد تحقق بطريقة أو بأخرى . وكانت الأسماك الديفونية آكلة لحوم ، وتعيش على أسماك أخرى ولابد وأنها قد تعلمت بمرور الزمن الزحف فى الطين بين البرك المتناثرة بحثا عن الغذاء .

وترتبط حياة الأسماك بالماء ، أما الحيوانات البرية فلايمكنها التنفس تحت سطح المحيط . وحلقة الاتصال بين هاتين الطائفتين تتمثل فى نوع من الحيوانات يعرف بالبرمائيات مثل الضفادع والضفادع البرية والنيوطات ـ أحد أنواع السحالى ـ المعهودة لنا . ولم تغز

البرمائيات اليابسة مطلقا ، لأنها ظلت تحافظ على عاداتها القديمة مثل وضع البيض فى الماء ، وهكذا ظلت إقامتها مرتبطة بالبقاء قرب السواحل ، ولكن ، كما أن بعض الأسماك تطورت إلى برمائيات ، فإن بعض البرمائيات قد تطورت بالمثل إلى أول الزواحف ثم إلى الثدييات . وربما يعتبر اول زحف من البحر إلى الأرض فى العصر الديفونى أهم خطوة من خطوات التطور فى حكمنا النهائى .

ولم تبق اليابسة حكرا للبرمائيات ، وربما تكون الحيوانات ذات القواقع التى تتبع المفصليات « Arthropod » ـ ذات الاسم الجامد ـ قد هزمتها فى سباق الحياة . والأخيرة بطبيعة الحال ليست من الفقاريات ، ومنها تطورت الحشرات الحديثة . وقد ظهرت حشرات بدون أجنحة نحو نهاية العصر الديفونى ، وفى هذا الوقت أيضاً نقابل أول العناكب التى تعتبر أسلافا للعناكب الحديثة المقيتة وإن كانت كائنات مفيدة وواسعة الانتشار فى عالمنا الحالى .

ومما لاشك فيه أن البحر الديفونى كان مكانا خلابا ، فقد حوى كل أنواع الأعشاب البحرية وكذا الشعاب المرجانية علاوة على كائنات دنيئة جداً كالزنابق البحرية التى تمت بصلة قرابة بعيدة لنجوم البحر . وقد اختلطت الأسماك المدرعة بأسماك القرش البدائية أما الترايلوبيت فلا زالت تحارب فى معركة يائسة ضد فنائها المحقق وعلى العكس من ذلك ، كانت اليابسة تزدان بالسلام والأمان . ولم تكن القارات لتستحق اهتمامنا أكثر من المحيطات سوى فى العصر التالى ألا وهو عصر الغابات الفحمية الكبرى .

الباب السادس

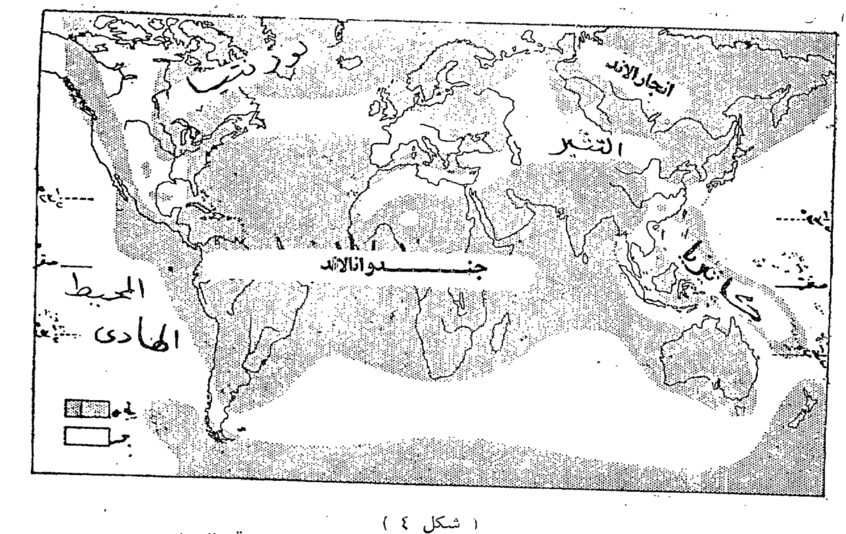
الغابات الفحمية

المعروف عن الكربون أنه أحد الاثنين والتسعين عنصرا الموجودة فى الطبيعة، ويعتبر من أهم هذه العناصر لأنه المادة الوحيدة التى تتميز ذرتها بالقدرة التى توصل إلى بناء المادة الحية. ومن الخطأ أن نعتقد أن أهميته مقصورة على النبات والحيوان فقط، فكل من الماسة وقطعة الفحم ماهى إلا كربون فى أساسها ، إذ يتخذ هذا العنصر فى الحقيقة أشكالا عديدة مختلفة .

ويسمى العصر الذى تلا الديفونى بالعصر الكربونى Carboniferous إذ ترسب خلاله جزء كبير من الفحم الذى نستخدمه كوقود فى وقتنا الحاضر ،وقد استمر هذا العصر خمسة وخمسين مليون سنة ،منذ ٢٧٥ إلى ٢٢٠ مليون سنة مضت، وينقسم إلى قسمين : السفلى (من ٢٧٥ إلى ٢٥٥ مليون سنة مضت) والعلوى (من ٢٥٥ إلى ٢٢٠) . وقد سمى العصر الكربونى بعهد البرمائيات كما سبق تسمية العصر الديفونى بعهد الأسماك . ولم تعد الأسماك المدرعة أرقى مخلوقات العالم فى ذاك العصر ، فقد كانت المخلوقات المحبة للاستطلاع التى زحفت من البحر إلى البر آخذة فى الاستيلاء على اليابسة ، وما فتئت تزداد جرأة ومخاطرة جيلاً بعد جيل .

وقد تغيرت اليابسة نفسها نتيجة للحركات الأرضية الضخمة التي حدثت زمان الديفوني ، أما جوندوانالاند وكذا المحيط الهادي وبحر الاسترال فكان من الطبيعي أن تظل جميعها في الوجود وأصبح اتصال بحري البوسيدون والرديشيا ليكونا بحر التيثز اتصالا كاملا ، وقد امتد التيثز نفسه من المكان الذي تقع فيه نيوفوندلاند حاليا إلى الشرق ليغمر المنطقة التي تشغلها الآن بريطانيا وأسبانيا واليونان وجزء من شمالي أفريقيا ، ثم استمر في امتداده عبر آسيا على هيئة شريط ضيق ، وكانت توجد إلى الشـــمال من بحر التيثز كتلتان كبيرتان من اليابسة ، الأولى لورنتيا التي تغطي اسكنديناوا الحديثة وجرينلاند ومنطقة خليج هدسون بكندا ، والثانية انجارالاند وتغطي المنطقة الغربية الشمالية لآسيا ، بينما شغلت قارة رابعة تسمى كاثيزيا المكان الحالي لجزر الهند الشرقية أما القارة المتحدة الجنوبية فكانت قابعة في أقصى الجنوب كما هو عليه الحـال الآن .

وعلى العموم فقد كانت اليابسة في العصر الكربوني السفلي ، جافة لافحة الحرارة فيما عدا بعض أجزاء لورنتيا وانجارالاند ، ولكنه من المؤكد أن داخل قارة جوندوانالاند الشاسعة كان غير معد بعد لاستقبال الحياة الحيوانية . وقد نمت النباتات وانتشرت وازداد ارتفاعها وكثرت أوراقهـا على مر الزمن بما يساعد على تطهير الغلاف الجوي من ذلك الغاز الخانق ـ ثاني أكسيد الكربون .



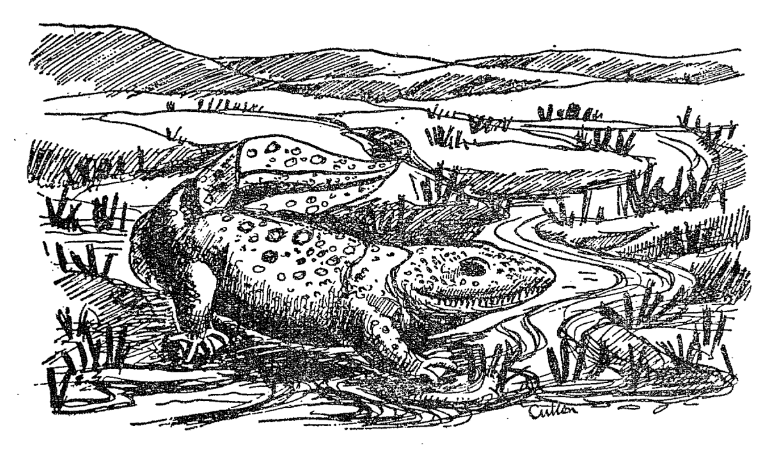
(شكل ٤)

خريطة العالم فى العصر الكربونى ـ وقد ظهرت اليابسة والبحار السابقة في هذه الخريطة وغيرها على خريطة حديثة للعالم

وعلى الرغم من أن البرمائيات كانت تختلف كثيرا عن أسلافها الشبيهة بالأسماك إلا أنها أخذت وقتا طويلا لتتطور وتتقدم ، وكان معظمها مخلوقات صغيرة لا يزيد طولها عن قدم واحد ويمثل شكل رقم ٥ منظراً لأحد برمائيات العصر الكربونى ذات اسم ثقيل هو الاكثيوستيجاليان ولابد وأنها كانت تبدو شبيهة بالسحالى على الرغم مما بينهما من اختلاف بيّن ، وقد قضت هذه البرمائية معظم حياتها فى الماء حينما كان ذيلها لا يزال يشبه ذيل السمك .

أما بحار العصر الكربونى فلم تكن تختلف كثيراً عن بحار ماسبقها من أزمان ، فما زال هناك كثير من المياه الضحلة الصافية التى تحوى جميع أنواع النبات والحياة البحرية ، وكانت الزنابق البحرية وفيرة هناك ، كما كانت هناك أيضا ثلة باقية من الترايلوبيت ، ثم يمكننا أيضا ملاقاة البللورفون أو الحلزون العائم الذى عاش ٥٠ مليون سنة أخرى . كما كان القرش من أشد الأسماك الحقيقية بأسا وخطراً ، وأفسحت أنواع كثيرة من الأسماك المدرعة السبيل لأسماك أحدث وهى الأنواع المغطاة بالحراشيف .

ولم يستمر الهدوء الذى تلا الحركات الأرضية الديفونية إلى أجل طويل ، فقد بدأت اضطرابات جديدة مرة أخرى منذ ٢٥٥ مليون سنة مضت ، وقد أدت هذه إلى تحول البحار الضحلة بالجزء الشمالى من الكرة الأرضية إلى أراض ذات تضاريس منخفضة تنتشر بها المستنقعات .



(شكل ٥)
الاكثيوستيجانيز

وقد ظل نصف الكرة الأرضية الشمالى دافئا على العموم حتى أننا وجدنا شعابا مرجانية فى الدائرة القطبية قرب سبيتزبرجن الحديثة يرجع تاريخها إلى ذلك العصر ، ومن المؤكد أن المنطقة التى تشغلها أوروبا الحديثة كانت فى ذلك الوقت ذات مناخ استوائى وهى تلك المنطقة التى كانت لورنتيا تحتل جزءاً منها بينما يغمر التيثز الجزء الآخر أما فى الشمال فإننا نقابل الغابات الفحمية التى خلعت اسمها على العصر كله .

وملخص ما حدث أن النباتات النامية أخذت فى الانتشار حتى وصلت إلى مناطق المستنقعات ، وبموت هذه النباتات الشاهقة سقطت بقاياها فى هذه المستنقعات حيث كونت طبقات نباتية «بيت» الذى مازال يستعمل كوقود فى الأماكن التى لا يوجد فيها ما هو أفضل منه ، مثلما يحدث فى أيرلندة . ويتكون هذا من مادة نباتية لم يكتمل تعفنها . ومن وقت لآخر ، ازداد هبوط أراضى المستنقعات مما سبب غمرها بمياه عذبة أو ملحة وتكونت بحيرة أو بحر داخلى نتيجة لذلك . ثم استمر الترسيب فى هذه البحيرة أو البحر كالمعتاد ، وغطت الرواسب الناتجة الطبقات النباتية « البيت المدفون» باطراد حتى تحول هذا فى النهاية إلى فحم حقيقى .

وليس فيما حدث ما يثير الدهشة ، وذلك لأن الحرارة والضغط لها أثر كبير على أية مادة ، وتذكر هنا على سبيل المثال ، كيف



(شكل ٦)
منظر غابة فحمية

يتحول الطمى إلى طوب أحمر والصخور البركانية إلى صخور متحولة . وقد توالت عمليات تكوين الفحم مرات عديدة أثناء الخمسة والثلاثين مليون سنة التى قضاها العصر الكربونى العلوى ، حتى أصبحت الطبقات فى النهاية غاية فى الكثافة ، وقد بلغ عمق بعض الطبقات الحاملة للفحم فى بعض أجزاء بريطانيا ، مثلا ، عشرة آلاف قدم . ولم يسبق أن جرت بحوث عن الفحم أو استخراجه من مناجمه سوى فى الأزمان الحديثة نسبيا ، حيث استخدمنا الفحم الناتج فى تدفئة منازلنا وتشغيل آلاتنا .

وقد يصدمنا أحد تلك الخواطر الباعثة على القلق . فقد ترسبت كميات هائلة من الفحم فى العصر الكربونى العلوى ، كما تكون الفحم أيضا فى عصور أخرى ، ولكن لو ظللنا نستخرج الفحم بالصورة الحالية فسوف نستنفده فى خاتمة المطاف ولا محالة من ذلك. ويجب أن نطمئن إلى أنه ليس هناك خطر من ذلك فى الوقت الحاضر لأن الكميات المدفونة من الفحم تسد حاجتنا لعدة آلاف قادمة من السنين . ولكن يبدو أن البشرية سوف تعمر لملايين من السنين ، إلا إذا دمرنا أنفسنا بأنفسنا فى حرب ذرية ، وعلينا أن نواجه مشكلة الفحم إن عاجلا أو آجلا . والجواب الواضح على ذلك أننا سوف نستخدم الطاقة الذرية التى سمعنا عنها كثيرا فى أيامنا الحديثة ، ولن يكون استخدامها فى المستقبل البعيد مفيدا فقط بل سيكون ذلك ضرورة ملحة .

ونظراً لأن نصف احتياطى العالم من الفحم قد تكون فى العصر الكربونى العلوى تقريبا فإنه من الواضح أن النباتات كانت متوفرة بكثرة حينئذ ، ومن ناحية أخرى فمن المؤكد أن الغابات الفحمية لم تكن تتكون من أشجار حقيقية وهى أرقى الأشكال النباتية إذ لم تكن هذه قد ظهرت فى الوجود بعد . فقد تكونت غابات الفحم فى الأساس من نبات ذيل الحصان الضخم والسرخسيات والطحالب الكبيرة وقد بلغ طول بعضها مائة قدم أو ما يقارب ذلك .

وكانت الليبدودندرون أى الصنوبريات على وجه التحديد أكثرها انتشارا من غيرها وكانت ترتفع عاليا فى السماء ولها جذوع متفرعة كشوكة الطعام وفروعها مغطاة بأوراق ضيقة . وقد نمت نباتات صغيرة فى ظلال هذه النباتات العالية مثل الكالاميت الذى يعتبر ، فى الحقيقة ، أحد أسلاف نبات ذيل الحصان المعهود لنا ، وقد نمت حتى بلغت ارتفاعا يقدر بعشرين قدما تقريبا كما نمت تحت هذه بدورها أسلاف السرخسيات .

ومن الواضح أن غابات الفحم كانت، على العموم، مكانا مظلما موحشا . فلم تكن بها أزهار ملونة لتبهج الأنظار ولا ثمار شهية، لذا بدا كل شىء رماديا أو أخضرا أو بنى اللون . ولم تتمكن أشعة الشمس من اختراق طريقها إلى الأرض ، وهكذا سيطر الضوء

الخانق بظلاله على جوف الغابة ، وكان هذا بدوره أكثر إظلاما من أكثف الغابات فى عالمنا الحاضر . أما الحشائش فلم يكن لها أثر فى الغابات الفحمية ، وكانت لاتزال فى عالم المستقبل .

ومع هذا ، فلم تكن الغابات الفحمية مهجورة بالمعنى المفهوم، فقد تعلمت بعض الحشرات الأولية الطيران ، وربما يكون ذلك قدحدث نتيجة تسلقها للنباتات الشبيهة بالأشجار ثم اندفاعها فى الهواء بعد ذلك وانزلاقها باستخدام أجنحتها الثابتة التى تبرز من جسدها. وقد ظهرت الحشرات ذات الأجنحة الحقيقية فى العصر الكربونى العلوى ولا تختلف هذه كثيرا عن أقرانها فى يومنا هذا ، وقد شابه بعضها الصراصير والجراد ، وهكذا لم تتطور حياة الحشرات كثيراً خلال المائتى مليون سنة الماضية مما يدعو إلى اغتباط الكثير من البشر .

وكانت السرمان Dragon flies أجمل حشرات الغابات الفحمية وأكبر كثيرا من الموجودة حاليا ، وقد بلغ طول أجنحة أكبر أنواعها أكثر من قدمين ، حتى أنها ألقت ظلا من الجمال على هذه الغابات المعتمة وهى تشق طريقها عبر السرخسيات الكثيفة الظليلة.

وهناك حقيقة أخرى يجب أن نتكلم عنها قبـــل أن نترك مناطق الغابات الفحمية ، فقدازدهرت البرمائيات ، بالطبع ، طوال

ذلك العصر ، ولكن ، ظهرت قبل نهايته كائنات جديدة . وهذه وإن كانت صغيرة ونادرة إلا أنها اتخذت طابعا جديدا من الحياة فقد كانت تضع بيضها على الأرض لا فى البحر ، فأصبحت بذلك قادرة على قضاء وقتها كله بعيدة عن الماء ، وكانت هذه الكائنات البرية فى الحقيقة أولى الزواحف . وقد حكمت سلالاتها العالم إبان المائة والخمسين مليون سنة التالية، بينما أخذت البرمائيات تقل فى الأهمية تدريجيا حتى انتهى بها المآل إلى أن تصبح كائنات متواضعة مثل الضفادع والضفادع البرية والنيوطات التى نعهدها حاضرا .

وقد حدثت هذه التطورات جميعها فى نصف الكرة الشمالى ، ومع ذلك ، فقد كانت الأوضاع مختلفة تماما فى النصف الجنوبى . ولم نتمكن من بحث صخور نصف الكرة الجنوبى ودراستها بدقة لأنها مغطاة بالمياه حاليا ولذا فإن المعلومات التى لدينا عن هذا الجزء من الأرض غير كاملة ، وذلك على العكس من الجزء الشمالى الذى ظهرت صخوره على اليابسة ، ولكنه يبدو مع ذلك أن أستراليا كانت مسرحا لانفجارات بركانية شديدة فى العصر الفحمى الذى كانت فيه ، أيضاً ، جزءاً من قارة جوندوانالاند .

ومن المحتمل أن تكون بعض أجزاء أخرى من جوندوانالاند شديدة البرودة ، حيث يبدو أن القلنسوات الجليدية كانت تغطى المناطق الأكثر ارتفاعا . ومن الطريف أن نلاحظ أن الفحم قد

تكون بقلة أو حتى لم يتكون على الإطلاق خلال العصر الكربونى العلوى بنصف الكرة الجنوبى ، ويتضح من هذا أن النصف الجنوبى كان أكثر برودة من النصف الشمالى .

ونقترب الآن من نهاية الفصل الخاص بحقب الحياة القديمة من كتابنا هذا ولم يبق منه غير عصر واحد فقط وقد سمى هذا بالعصر البرمى Permian لأن صخوره منتشرة بوفرة فى الإقليم الروسى المعروف ببرم Perm ، وقد أستمر هذا العصر ٢٥ مليون سنة أى منذ ٢٢٠ مليون إلى ١٩٥ مليون سنة مضت ، وقد تميز بحركات أرضية كبيرة ويعتبر حلقة اتصال بين العهود القديمة والمتوسطة من تاريخ الأرض .

وكان العصر البرمى عصر مناخات قاسية ، فقد كانت بعض القارات الشمالية صحراوية فى غالبيتها ، بينما كانت بعض الأماكن الأخرى لاتزال رطبة ومليئة بالمستنقعات ، وبالتالى استمر تكون الفحم فيها . أما فى الجنوب وعلى الأخص فى الجزء الأكبر من جوندوانالاند فقد تميز هذا العصر بشدة البرودة ، والواقع أن الجنوب كان يقاسى عصرا ثلجياً لازالت أسبابه مجهولة إلى الآن ، ولكن يبدو أن هضاب جوندوانالاند العالية كانت مكسوة برقائق متجمدة وكتل ضخمة من الجليد تعرف بالثلاجات .

وقد انفرد هذا العصر بحدثين هامين : أولهما على جانب كبير

من الأهمية ، ونعنى به انتشار الحشرات ، وقد أصبحت هذه تشابه أقرانها المعهودة لدينا إلى حد كبير وذلك بالإضافة إلى وفرتها عن ذى قبل . ولو فرضنا أن خنفساء من العصر البرمى ظهرت فجأة فى إحدى الحدائق الإنجليزية فلن يسبب ذلك أى اضطراب بينما يختلف الأمر تماما لوكان هذا الزائر الغريب أحد زواحف البرمى، التى يبلغ طولها ٩ أقدام مثل الباريزوراس ذات الأطراف الضخمة والرأس الغريبة الشكل .

أما الحدث الثانى فقد تم تحت سطح البحر ، إذ استسلمت الترايلوبيت — التى كانت فى يوم من الأيام أرقى مخلوقات الأرض جميعا — فى النهاية فى معركتها اليائسة وانقرضت دون أن تترك أية سلالات .

وبالطبع ، لم يشمل هذا الانقراض جميع أنواع الترايلوبيت دفعة واحدة ، فقد أخذت تنقرض ببطء خلال عصر الغابات الفحمية ، ثم اختفت تماما قبل انتهاء العصر البرمى وإن كانت آثارها ظاهرة فى بدايته . وعلى الرغم من أنه لايوجد لدينا دليل قاطع على ذلك ، إلا أنه من المحتمل أن تكون بعض الترايلوبيت قد تمكنت من تدبير حياتها بعيدا عن الماء الذى صار مكانا غير آمن بالنسبة لها ، فهاجرت إلى اليابسة لتطور نفسها تدريجيا إلى

بعض أنواع من الحشرات لايمكن التعرف عليها . ويمكننا أن نفرض أيضا أنها انقرضت لأنها أدت دورها فى قصة الطبيعة وانتهت منه .

وعلى كل فقد ولت ، ويبدو أن رحيلها كان علامة مميزة لانتهاء العالم القديم .

* * *

الباب السابع

الزواحف الضخمة

كان السلام يخيم على القارات حتى نهاية العصور القديمة حقا ، باستثناء بعض المعارك التى كانت تجرى بطبيعة الحال بين بعض أنواع المخلوقات ، ولم تكن البرمائيات ولا زواحف العصر البرمى الصغيرة قد بلغت من القوة مبلغاً يجعلها ذات شأن خطير فى ذلك الوقت ، ولكن معركة البقاء بلغت قمة الوحشية تحت أسطح البحار .

ولكن الصورة اختلفت تماماً إبان المرحلة التالية من تاريخ الأرض الذى يتضمن حقب الحياة المتوسطة Mesozoic وكانت بعض الكائنات الرهيبة التى ظهرت فى هذه الأزمنة خيالية ، وتعتبر أشد ما عاش على وجه البسيطة رهبة وبأساً . ويعتبر حقب الحياة المتوسطة بحق عهد الكائنات الرهيبة ، تلك الزواحف الضخمة الحمقاء التى سيطرت على العالم فى ذلك الوقت .

وعلى الرغم من أن هذه المخلوقات انقرضت منذ أكثر من سبعين مليون سنة ، إلا أنها تركت آثارها على شكل حفريات اكتشفت بوفرة ، وقد جمع العلماء عدة مئات من هياكلها ودرسوها دراسة

وافية حتى إننا لا نعلم شكلها الخارجي فقط ، بل نعرف أيضاً طريقة أكلها وسلوكها ، وقد كان بعضها وديعا مسالما مثل الإجوانودون Iguanodon الضخم الذى كان يتغذى على أوراق الأشجار . أما آكلة اللحوم من الدنصورات Dinosaurs فقد كانت أشد الوحوش التى ظهرت على وجه البرية بهيمية وبربرية .

وينقسم حقب الحياة المتوسطة إلى ثلاثة عصور :

١ — الترياسي Triassic (منذ ١٩٥ إلى ١٧٠ مليون سنة مضت) .

٢ — الجوراوى Jurassic (منذ ١٧٠ إلى ١٤٠ مليون سنة مضت) .

٣ — الطباشيرى Cretaceous (من ١٤٠ إلى ٧٠ مليون سنة مضت) .

وقد اشتق الاسم الأول من لفظة لاتينية بمعنى ثلاثة نسبة إلى التقسيم الثلاثى للصخور المتبع فى ألمانيا ، بينما سمى الجوراوى نسبة إلى جبال جورا Jura حيث تنتشر رواسب جيدة لهذا العصر ، أما الطباشيرى فقد اشتق من لفظة Creta ومعناها طباشير لأن طبقات الطباشير الكثيفة الموجودة فى بريطانيا وغيرها قد ترسبت إبان هذا العصر .

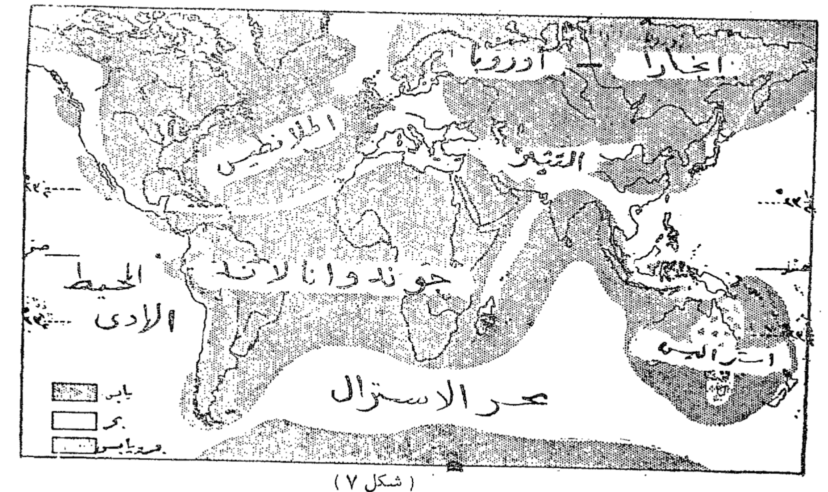
وكان العصر الطباشيرى — أطول عصور هذه الحقب — الجنة الحقيقية للزواحف ، ومن الصعب تفسير الاختفاء المفاجىء لهذه المخلوقات الرهيبة قرب نهاية هذا العصر. وجدير بالذكر ملاحظة أن مقياسنا الزمنى أخذ كله فى الإسراع ، فقد تحولت الزواحف فى حقب الحياة المتوسطة من كائنات زاحفة صغيرة إلى كائنات رهيبة ضخمة ثم انقرضت . ومع ذلك ، فحقب الحياة المتوسطة كلها أقل كثيرا فى الطول من عصرى الكمبرى والاوردوفيسى مما التابعين لحقب الحياة القديمة وهذا يؤيد ما سبق أن قلناه وهو أن الحياة أصبحت تتغير بسرعة أكبر مما كانت عليه الحال فى أيامها الأولى.

وقبل أن نصف الزواحف الرهيبة نفسها ، علينا أن نقضى بعض دقائق قليلة للنظر إلى ما طرأ على وجه الأرض من تغير . فقد اختفت الثورات البركانية العنيفة والمناخ القاسى تدريجيا فى الترياسى أول عصور حقب الحياة المتوسطة ، وكانت الأرض حارة وجافة فى عمومها ، لذا توقفت عمليات تكوين الفحم تقريبا ، وقد دعتنا حمرة صخور العصر الترياسى إلى تسميته بعصر الحجر الرملى الأحمر الجديد New Red Sandstone على الرغم من أن هذه التسمية قد سقط استعمالها تقريبا بعكس تسمية « الحجر الرملى الأحمر القديم » . ولم تتغير جوندوانالاند والتيثز والمعالم الأخرى للعالم القديم تغيراً يذكر ، بينما كانت البحار دافئة ، واختفت تماما جميع الثلاجات . وربما كان العصر الترياسى أهدأ العصور منذ السيلورى

الذى سبقه بمائة وخمسين مليون سنة ، وهكذا تمكنت الحياة على البر من انتهاز هذه الفرصة الطيبة لتتطور وتسير فى طريقها .

وعاد المناخ ليكون أشد بللا مرة أخرى فى العصر الترياسى وغمرت البحار الضحلة كثيراً من المنخفضات باليابسة وتعرضت لعوامل التحات مرة أخرى معظم الجبال التى ظهرت على وجه الأرض نتيجة الاضطرابات الأرضية التى حدثت زمان البرمى بما تسبب فى تسوية أسطح القارات وكذا انتشار المستنقعات بها وكانت الثورات البركانية نادرة فى نصف الكرة الشمالى ، وإن كانت هذه أكثر انتشارا فى النصف الجنوبى . وعلى العموم ، فقد كان مناخ الكرة الأرضية دافئاً معتدلا ومع ذلك فإن تغيرات ضخمة كانت وشيكة الوقوع ، إذ بدأت فى التكسر قارة جوندوانالاند الضخمة التى ظهرت على سطح الأرض منذ تجمدت القشرة الأرضية أول مرة ، وربما كان استعمال لفظ التكسر خاطئاً . ويعتقد بعض العلماء أنها انقسمت ، فأصبح جزء منها أمريكا الحديثة بينما كون جزؤها الآخر تلك الكتلة من اليابسة التى تتضمن إفريقيا وجنوب أوربا ، وعلى العموم فاحتمال تآكلها وتمزقها بفعل عوامل التعرية الخفيفة وما تلاها من ثورات بركانية أكثر مما سلف ، وبانتهاء حقب الحياة المتوسطة اختفت قارة جوندوانالاند على شكلها القديم .

وقد بدأ هذا التآكل والتمزق ، بوضوح فى منتصف العصر



(شكل ٧)
خريطة العالم فى العصر الجوراوى

الجوراوى، ويبدو أن شريطاً ضيقاً من الأرض كان يصل ما بين جوندوانالاند الحقيقية وامتدادها البعيد- استراليس، وتمثل استراليا الحديثة ، وقد غمرت مياه البحر هذا الشريط من اليابسة منذ ما يزيد على سبعين مليون سنة ، منذ هذا الوقت ظلت استراليا مستقلة بنفسها كما هو حالها الحاضر . وعلاوة على ذلك ، فقد ضاق بحر التيثز عما كان عليه فيما مضى ، بينما كانت تلك الكتلة من اليابسة المسماة اطلانطيس تمثل جزءا كبيراً من أمريكا الشمالية الحديثة .

وقد سمع معظم الناس بأطلانطيس ، ولكننا نقول هنا ، إحقاقا للحق ، إن معظم الناس لديهم فكرة خاطئة عنها . وهناك قصص وأساطير مثيرة عن أطلانطيس قديمة تقع فى مكان ما بالمحيط عاش فيها أناس يملكون من القوى الخارقة ما مكنهم من تركيب آلات طائرة وما إلى ذلك . وقد وصف الكاتب الإغريقى الكبير أفلاطون ، الذى عاش عام ٤٠٠ قبل الميلاد على وجه التقريب ، أطلانطيس وأهلها بكثير من التفصيل ، ولو أخذنا قصصه على محمل الجد والتصديق فلابد وأن أهل أطلانطيس كانوا شعباً رائعاً حقاً . وتحكى القصص أن زلزالا كبيراً أصاب أطلانطيس فى النهاية فقضى عليها تماما واختفت هذه القارة تحت سطح البحر وغرق كل ما كان عليها فى ساعات قليلة .

وعلى الرغم من هذه الأقاصيص ، يؤكد الجيولوجيون دون

أدنى شك أن هذه الأطلانطيس لم تكن موجودة على الإطلاق ، ويجب ألا نأخذ ما قاله أفلاطون حرفيا إذ يبدو أنه قد تمادى كثيراً فى وصف غرق جزيرة صغيرة تسمى أطلنطه « Atalantë » وقد حدث ذلك عندما كان صبياً . ويحلو لكثير من الناس أن يعتقدوا فى وجود حضارة رائعة منذ ملايين السنين ، ولكن ليس هناك أى دليل على يؤيد هذا الاعتقاد ، بل إن معظم القرائن تدل على عكس ذلك . فقد كانت الاطلانطيس الحقيقية مكانا مختلفا تماماً ، تعيش فيه الزواحف الضخمة الحمقاء بدلا من الحكماء من الرجال ، وكانت أمريكا الشمالية الحديثة جزءاً من أطلانطيس ، أما الجزء الآخر فقد اختفى حقيقة تحت مياه المحيط الأطلنطى ، وقد استغرقت هذه العملية الأخيرة ملايين السنين لا يوما وليلة كما تحكى الأساطير .

وقد بلغت البحار أقصى اتساع لها فى العصر الطباشيرى ،الذى استمر سبعين مليون سنة أى أكثر من الترياسى والجوراوى معاً ، وقد غمرت المحيطات فى هذا العصر مساحات شاسعة من الأرض كما لم يحدث من قبل أو من بعد . وقد تكون الطباشير فى المناطق التى تعرضت فيها اليابسة لعوامل التعرية . وكانت القارات الشمالية أساساً رطبة وتغلب عليها المستنقعات مما ساعد على ترسيب المزيد من الفحم ، أما نصف الكرة الجنوبى فإن الأدلة تشير إلى برودة

ظروفه الجوية ، وهناك إمكان لتواجد قلنسوة جليدية كبيرة نسبياً في القارة القطبية الجنوبية في ذلك الوقت .

وسنجد الأمر مشوقاً لو ألقينـــا نظرة فاحصة على الجزر البريطانية كما كانت إبان ذلك الوقت . فقـد كانت إيرلندة وويلز وكورنوول ونورفولك وبعض أجزاء نورثامبرلاند وشرقي اسكتلندة ، كل هذه الأماكن كانت من الأراضي اليابسة في العصر الجوراوي ، أما بقية أجزاء بريطانيا فكانت مغمورة بمياه بحر ضحل . ففي أثنـاء انتشار المحيطات الضخمة في العصر الطباشيري غمرت البحار بريطانيا فيما عدا بضعة أماكن متناثرة هنا وهناك وخاصة في اسكتلنده ، ولم تظهر الجزر البريطانية على سطح الأرض إلا بعد انتهاء حقب الحياة المتوسطة .

ومن الغريب أن نعلم ، أن الغزو الواسع الذي قام به البحر على اليابسة في أزمان العصر الطباشيري المتأخر قد أدى إلى فناء بعض الزواحف الضخمة على الأقل ، فقد غمرت المياه البحيرات الضحلة والمستنقعات التي كانت تأوي هذه الحيوانات وزالت معالمها ومن ثم انقرضت هذه الزواحف لأنها لم تتمكن من تغيير نفسها بما يلائم الظروف الجديدة ، ومن البديهي أن ماسبق ليس بالسبب الوحيد الذي أدى إلى انهيارها ، فهناك كثير من الأسباب الأخرى ، ولـكن من المؤكد أن الفيضانات كانت واحدة منها .

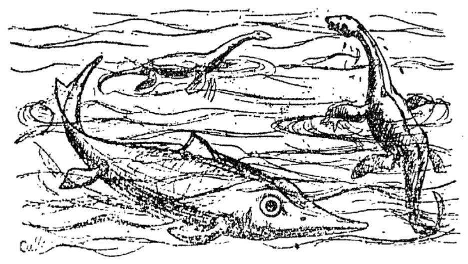
وقد كان حقب الحيـاة المتوسطة فترة تطور منتظم للنباتات والأسماك والحشرات وربما كان من أهم أحداثها ظهور واختفاء العمونى Ammonites ، وهى مخلوقات بدائية عجيبة عاشت داخل صدفة ذات حجرة معقدة. وقد ظهرت لأول مرة فى العصر الترياسى وعم انتشارها فى الجوراوى ثم انقرضت تماما فى الطباشيرى وهكذا امتد وجودها لزمن قصير حسب المقياس الجيولوجى ، مما يساعدنا على تحديد أعمار الصخور القديمة . فمثلا ، إذا وجدنا عمونى فى صخرة ما فإنها تتبع بكل تأكيد حقب الحياة المتوسطة ، ويقدر عمرها بأقل من ١٩٥ مليون سنة وأكثر من ٧٠ مليون سنة . ومن الحيوانات البحرية التى ميزت هذا العصر أيضاً البلمنيط Belemnites التى كانت تشبه بعض الشبه أم الحبر المعهودة لنا فى الوقت الحاضر وقد اختفت البلمنيط أيضاً بنهاية هذا الحقب . وعلاوة على ذلك فقد حلت رويداً أسماك لاتختلف كثيراً عما نعهده من أنواع محل الأسماك المدرعة التى عاشت زمان حقب الحياة القديمة ، كما ظهرت السرطانات البحرية .

وقد تطورت الحشرات تطوراً ملحوظاً ، فقد حلت السرمانيات الصغيرة والذباب والنطاطات والخنافس محل السرمانيات الضخمة وقد حدثت بالمثل تغيرات منتظمة فى عالم النبات ، فإذا ما بلغنا نهاية العصر الطباشيرى نجد الأرض قد تزينت بالأزهار والأشجار وغيرها من الناميات التى تختلف كثيراً عن السرخسيات الضخمة وذيل الحصان

فى الغابات الفحمية . بينما كانت الحياة الحيوانية لا تزال تتميز بالقدم حقاً . وأخيراً فقد حان الوقت لنتحدث عن هذه المخلوقات الرهيبة العجيبة ونعنى بها الزواحف الضخمة .

وقد تكلمنا من قبل عن كيفية ظهور أول الكائنات فى هذا العالم فى الماء ، وكيف بدأت تزحف إلى البر بعد مضى ملايين السنين ومع ذلك فلم تمكث الكائنات جميعاً على اليابسة ، إذ عاد بعضها إلى البحر مرة أخرى . وقد ظهرت أسلاف الإكثيوزورات والبليزيوزورات المريعة فى عالم الوجود فى أوائل حقبة الحياة المتوسطة وربما قبل ذلك . وكانت حياة الماء تلائم إحداهما وهى الإكثيوزور أو السمكة السحلية التى كانت لا تختلف فى الحقيقة كثيراً عن الأسماك الضخمة وكان لها فكان كبيران وأسنان حادة . وقد ازدهرت أضخم أنواع هذه العائلة وكان يبلغ طولها حينئذ ثلاثين قدما على الأقل أى أطول من ملعب الكريكيت . وكانت الإكثيوزورات زواحف حقيقية وليست من الأسماك ، كما كانت تتنفس الهواء ولذا فضلت المعيشة قرب سطح البحر ، وعلى الرغم من ذلك فقد عاشت حياتها كلها فى الماء ولم تزحف إلى البر مطلقاً . ويبين الشكل رقم ٨ منظراً لإكثيوزورات العصر الجوراسى

ولعله من الطرافة أن نذكر أن طفلة فى الحادية عشرة من عمرها



(شكل ٨)
البليزيوزور والاكثيوزور

تسمى مارى آننج كانت أول من اكتشف هيكلا عظيما للإكثيوزورات منذ قرن وربع قرن مضى . وقد ذاع صيتها فى أنحاء العالم فيما بعد لكثرة اكتشافاتها عن الحياة القديمة .

وتميزت البليزيوزورات بنفس القدر من الوحشية التى اتصفت بها الإكثيوزورات مع وجود اختلاف كبير بينها فى التركيب ، وأفضل ما يمكن أن تشبه به البليزيوزورات أنها سلحفاة ركب فيها ثعبان يخترق وسطها وكانت لها أرجل أيضاً مما يدل على أن أجدادها كانت تعيش على البر ، وكانت أرجلها قليلة الفائدة خارج البحر . وهكذا كانت البليزيوزورات تسير على البر فى بطء وثقل عندما تغادر المحيط ، ولكن أرجلها كانت وسيلة ممتازة تساعد الحيوان على التجديف بها فى الماء . وقد فضلت البليزيوزورات العيش قرب

سطح المحيط ولكنها كانت تعود إلى الشاطىء لتتناسل خلافا لما درجت عليه الإكثيوزورات.

وقد كانت هناك أنواع كثيرة من الإكثيوزورات والبليزيوزورات وكلها من المتوحشة آكلة اللحوم . وكانت البحار فى هذه الآونة مكانا محفوفا بالمخاطر ، ولو ظهر حوت حديث لأثبت عجزه عجزاً يدعو إلى الشفقة أمام مثل هذه الأعداء . وربما تعاركت البليزيوزورات مع الإكثيوزورات، ومهما كان من أحداث فقد أفنت هذه الزواحف البحرية الكثير من الكائنات البحرية الصغيرة وقد انقرض كلاهما مع مرور الزمن ، فاختفت أولا الإكثيوزورات فى منتصف العصر الطباشيرى تاركة البليزيوزورات لتسود إلى حين ، وذهب كلاهما إلى غير رجعة بانتهاء حقب الحياة المتوسطة .

وكما تحكمت الزواحف السالفة الذكر فى البحار فقد فرضت الدنصورات البرية سيطرتها على القارات . وقد كانت هناك بالطبع أنواع كثيرة منها ، بعضها كان وديعاً مسالماً مثل الإجوانودون ذى الثلاث أصابع، الذى يبدو انه كان يتغذى بالنباتات Iguanodon وقد قضى عمره رافعاً قامته ومستخدماً أقدامه الأمامية القصيرة فى تقطيع طعامه . وكان ذا حجم ضخم ، إذ يبلغ ارتفاعه عندما يقف على قدميه أكثر من خمسة عشر قدما ، كما يبلغ طوله أكثر من عشرين



(شكل ٩)

الاجوانودون ، الترايسيراتوبس والاستيجوزوراس

قدما . ولا يوجد للإجوانودون مثيل فى وقتنا الحالى ولو على نمط صغير ، ولذا فلا يمكننا عقد أية مقارنة بينه وبين الكائنات الحاضرة ولكن ربما كان منظره بالشكل رقم ٩ أقرب مايكون إلى الحقيقة وقد كان ذيله طويلا مما ساعده كثيرا على السباحة . أما رأسه فكان كبيراً وضيقاً كما لا توجد أسنان بمنقاره . ولم تكن للإجواندونات ومثيلاتها على الرغم من كبر حجمها مخ تقريباً ، وكانت أقل ذكاء من قطة صغيرة كما كانت معرضة لخطر مستمر من أقرانها الدنصورات التى تماثلها فى الغباء وتضارعها فى القوة . ولم تكن الإجوانودونات تملك الكثير مما تدافع به عن نفسها ، وإن كانت غيرها من الكائنات الوديعة قد لجأت إلى حماية كيانها بوسائل غريبة، فقد غطت الإستيجوزوراس جسمها بدرع واق مثلما فعلت أسماك العصر الديفونى ، ومن هنا سميت بالزاحفة المدرعة ، وكانت تمتد فوق ظهرها سلسلة من الألواح العظمية ، بينما كانت تستخدم ذيلها المغطى بالأشواك فى الدفاع عن نفسها عند الضرورة وكانت ضربة من هذا الذيل تماثل فى قسوتها ضربة مطرقة بخارية . ويشك بعض العلماء فى مقدار فائدة درع الإستيجوزوراس فى الدفاع ضد أعدائه ومهما كان الشك فى ذلك فإن هذا الدرع كان أفضل من عدمه . وقد عاشت الإستيجوزوراس أساساً فيما يعرف الآن بأمريكا، كما كان لها أقران من ذوات الظهور المدرعة عاشت فيما يعرف ببريطانيا حاليا .

وهناك نوع آخر من الدنصورات المدرعة يعرف

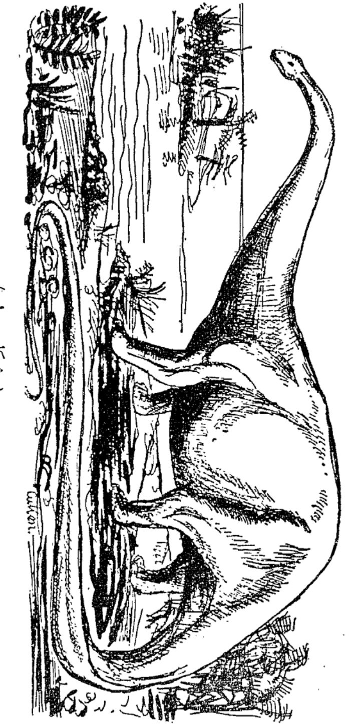
بالترايسيراتوبس Triceratops الذى يبلغ فى ارتفاعه ٩ أقدام ، ويصل فى طوله إلى ٢٥ قدماً ، وقد تميز بوجود ثلاثة قرون طويلة حادة ومن المحتمل أن تكون طريقتـه فى الدفاع عن نفسه ، عنـد وقوع أى هجوم عليه ، تتمثل فى حماية ظهره بصخرة حيث ينتظر عدوه ليلاقى مصرعه على أطـــراف قرونه . وكانت جمجمة الترايسيراتوبس فى حجم جمجمة الفيل أى أكثر من ستة أقدام فى الطول ، مع صغر شديد فى المخ ، كما كان لها أيضاً تركيب عظمى يشبه الدرع ممتـد على طول الظهر ، وإن كان أقل ظهوراً عنه فى حالة الأستيجوزوراس . أما السكولوزوراس Scolosaurs أو الزاحفة ذات الأشواك فيبدو أن ذيلها بما عليه من نتوءات كان سبيلها الوحيـد للدفاع عن نفسها ، وكانت هذه تبدو لأول وهلة مثل سحلية مدرعة ضخمة ، ويجدر بنا أن نذكر فى هذا المجال أن الترايسيراتوبس لم تنقرض إلا فى أقصى نهـاية العصر الطباشيرى وهكذا تميزت بأنها آخر ما عاش من الدنصورات .

وكانت دنصورات عائلة الزوروبود Sauropod أغرب كثيراً ممـا سبق ذكره من الزواحف المـدرعة ، إذ كانت أضخم المخلوقات التى عاشت على وجه اليابسة . وقد تميزت هذه بجماجم صغيرة وأعناق طويلة رفيعة وأجساد كبيرة تفوق الفيلة فى ضخامتها وأذيال طويلة مسلوبة ويعتـــبر الديبلودوكاس Diplodocus أضخمها جميعاً ، فقد قارب طوله من مقدم الراس إلى مؤخر الذيل

تسعين قدما كما بلغ وزنه بين الثلاثين والأربعين طناً بينما وزن الفيل الإفريقى الكامل النمو ثمانية أطنان .

وكان الديبلودوكاس ، فى الواقع، من الثقل بحيث تنتظره المشقة فى كل خطوة يخطوها على الأرض، إذ كيف يمكن لأرجل أن تحمل هذه الكتلة الجسدية الضخمة . وهكذا يحتمل أنه قد أمضى معظم حياته فى المستنقعات الدغلية أو المياه الضحلة مستخدما عنقه الطويل فى أرجحة رأسه ليجمع بها غذاءه . أما البرونتوزوراس Brontosaurus وهو من الأقربين للديبلودوكاس ، فيعتبر مثالا حياً لعدم التوافق فلم تلائمه كلتا الحياتين البرية أو البحرية، ولا غرابة إذ انقرض قبـــل نهاية حقب الحياة المتوسطة ، كما كان هناك أحد الأقربين أيضاً ويعرف بالسيتيوزوراس Cetiosaurus أى الزاحفة الحوت التى وجدنا عديداً من هياكلها العظمية فى محاجر بريطانيا ، وقد بلغ طولها ستين قدماً وقد تحملت أرجله بالطبع مشقة بالغة فى حمل جسدها عند خروجها من الماء كما حدث تماماً فى حالة الديبلودوكاس نفسه .

ويتضح مما سلف السبب الذى جعل هذه المخلوقات تجد صعوبة فى البقاء على قيد الحياة ، فكلنا نعلم أن التغيرات فى اليابسة والبحار قد استمرت فى سيرها طوال ذلك الوقت، فإذا ما أصبحت منطقة ما غير ملائمة لحياة الديبلودوكاس أو السيتيوزوراس مثلا



(شكل ١٠)
الديبلودوكاس

فإنها لن تتمكن من التجول باحثة عن مكان آخر يناسبها ، ولذا انقرضت هذه الحيوانات ، فالطبيعة لم ترحم أيا من تجاربها الفاشلة .

ولكن إذا كانت الديبلودوكاس ومثيلاتها مسالمة بطيئة الحركة ثقيلتها ، فقد كان هناك من الدنصورات أيضاً ما يختلف كثيراً عن ذلك ، وهذه هى آكلة اللحوم ، التى كانت سيدة العالم بحق إبان حقب الحياة المتوسطة . وكان الكثير من هذه يمشى منتصب القامة كما كان بعضها يقفز بسرعة كبيرة مثل كنغر ضخم حتى إنها كانت تنقض بسهولة على أقرانها البطيئة . وقد بلغ طول الميجالوزوراس Megalosaurus إحدى هذه الدنصورات التى نحن بسياق الحديث عنها عشرين قدماً ، وكانت أسنانها بشعة فى حدتها ومخالبها قوية خطيرة . أما الأللوزوراس Allosaurus فيبلغ طولها ضعف الميجالوزوراس تقريباً ، وكانت أشد خطراً وربما أكثر نشاطاً من سالفتها ، ولها أسنان مهيأة تماماً لتمزيق أى دنصورة وديعة إربا . ولو حدثت معركة على سبيل المثال بين أللوزوراس وبين إجوانودون من آكلة النبات ، فإن نتيجتها حتما معروفة . أما التيرانوزوراس فكانت أضخم أنواع الدنصورات آكلة اللحوم . وقد بلغ طول جمجمتها أربع أقدام وطول جسمها خمسين قدماً ، أما أسنانها فقد كان طول كل منها ست بوصات وعندما تمشى تصل رأسها إلى ارتفاع نافذة علوية فى منزل معاصر . وكانت أرجلها

الخلفية ضخمة قوية ، أما أرجلها الأمامية فكانت على النقيض صغيرة منكمشة لأنها لم تستخدمها فى المشى إطلاقا بل عاشت منتصبة القامة . كما كانت هناك أيضاً دنصورات أصغر مما سبق التحدث عنه فى نشاط السنجاب وأكثر وحشية من النمور .

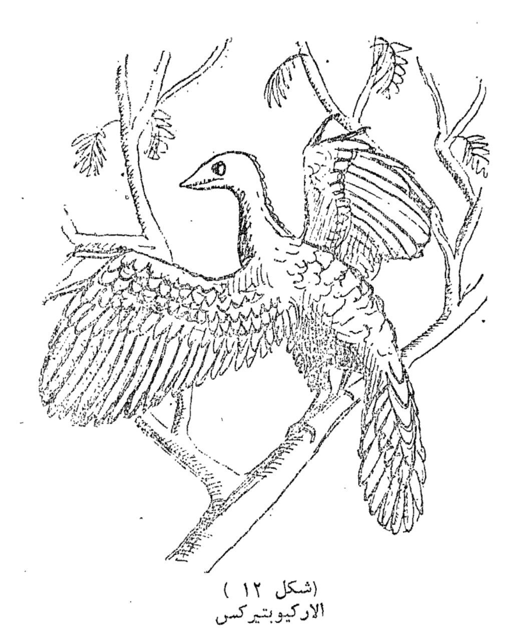
وكانت هناك عائلة أو عائلتان من الزواحف لم تكن لديها أمل فى كسب أى معركة من آكلات اللحوم الرهيبة هذه ، فاهتدت إلى وسيلة جديدة لحماية نفسها . فقد اتجهت إلى الهواء الذى كانت تعيش فيه حينئذ الحشرات فقط . وقد عرفت هذه الطيور البدائية تحت اسم عام هو التيرّودا كتيل Pterodactyls بالرغم من انتمائها بطبيعة الحال إلى أنواع مختلفة . ولم تطر هذه فى بدء ظهورها بالمعنى المفهوم للطيران عند الطيور ، وكما فعلت الحشرات الأولى ذات الأجنحة المثبتة ، التى انزلقت فى الهواء ، بدأت التيرّودا كتيل بإلقاء نفسها من أماكن مرتفعة لتنزلق فى الهواء مستخدمة أجنحتها الجلدية ومستعينة بالتيارات الهوائية فى حمل نفسها كما تفعل الطائرات الشراعية الحديثة . وكانت هياكلها العظمية خفيفة الوزن وأجنحتها الجلدية أكبر كثيراً بالنسبة لأجسامها . وكانت مارى آننج مرة أخرى أول من اكتشفت عينة صحيحة من هذا الحيوان ، وكانت قد وصلت إذ ذاك إلى مرحلة الأنوثة الكاملة عندما تم هذا الاكتشاف فى عام ١٨٢٨ . وقد اكتشفت بقايا نوع من



(شكل ١١)
التيروداكتيل ، الدبلودوكاس ، الألوزوراس

التيرّوداكتيل يسمى بالدايمورفودون Dimorphodon ، التى عاشت زمان الترياسى ، وتميزت بوجود أسنان فى فكيها مثل خلفائها التى فاقتها فى الطيران وإن صغرت عنها فى الحجم .

ولم تطر التيرّوداكتيل، فى الواقع، جيداً لأن أجنحتها الجلدية لم تكن لديها قدرة كافية تمكنها من أن ترفرف كما تفعل الطيور الحديثة . ولكنها علت ، على أية حال ، إلى الحد الذى لا يمكن للتيرانوزوراس نفسه من الوصول إليها ، هذا بالرغم من انها لم تكن تستطيع المكوث طويلا فى الهواء ، كما أن هناك شكا كبيراً فى قدرتها على الطيران من مستوى الأرض ، وأغلب الظن أنه كان يلزمها أن تقذف بنفسها ، دائماً ، من أماكن مرتفعة . هذا وقد توصلت إحدى العائلات الحيوانية إلى حل لغز الطيران حلا جزئياً ، على الأقل، فى نهاية العصر الجوراوى . ومن الغريب أنها لم تتناسل من التيرّوداكتيل بل من دنصورات حقيقية، وكان الريش يغطى أجسادها تلك هى طليعة الطيور ، ويأخــــذ مكان الشرف فى هذا المجال الأركيوبتيركس Archaeopteryx الذى يظهر بالشكل رقم ١٢ ولابد وأن هذا الأخير كان يطير أفضل من التيرّوداكتيل إذ كان يحمل ريشاً وإن كان مازال يشبه الزواحف فى صفات كثيرة مثل تكوّن الذيل من فصلات متصلة بعضها ببعض، ووجود الأسنان . ومن جهة أخرى ، كان من الواضح أن اقدامه معدة للتنقيب كالطيور الحقيقية . وقد ظهرت هذه الأخيرة فى نهاية العصر الطباشيرى ،



(شكل ١٢)
الاركيوبتيركس

وتمكن بعضها مثل الإكثيورنيس Ichthyornis من الطيران بمهارة عظيمة ، هذا على الرغم من أن جميع طيور حقب الحياة المتوسطة تختلف عن طيورنا الحديثة فى وجود أسنان فى فكوكها .

وتشكل هذه الكائنات البرية والبحرية والجوية السابق ذكرها

قليلا من كثير من الكائنات الرهيبــــة التى انتشرت بكثرة إبان حقب الحياة المتوسطة ، وإننا نعلم الآن تمام العلم لمـاذا سمى هذا الحقب بعهد الزواحف . ولو ظهر الإنسان نفسه بما عرف عنه من مقدرة عقلية متقدمة لواجه حينئذ معركة عنيفة حتى يتمكن من البقاء وسط مثل هذه الزواحف والكائنات المعادية التى عوضت عن فقدان ذكائها بقوة بدنية جبارة ، ولـكن الإنسان لم يكن قد أتى بعد إلى عالم الوجود . وقد بدأت الحيوانات الحقيقية ألا وهى الثدييات فى الظهور فى العصر الجوراوى العلوى ولـكنها كانت فى ذلك الوقت بدائية غير متقدمة ، ولم تتمكن من تأدية أى دور إيجابى فى تاريخ الأرض طالما كانت الزواحف ترتع فيها . ولم يبدأ عهد الثدييات إلا عندما انقرضت الزواحف انقراضاً فجائياً بعث على الحيرة .

لماذا فنيت هذه الزواحف إذن ؟ لم يكن لها أعداء إلا من بنى جنسها ، ولم يداعب الأمــــل أى كائن فى هذا الوقت فى هزيمة أللوزوراس مثلا سوى أحد أقرانه من آكلة اللحوم . وغالبا ما يقال إن الثدييات قد حاربت الزواحف وقضت عليها ، وواضح أن هذا عين الخطأ . فبالرغم من أن بعضاً من الزواحف ربما تكون قد هاجمت بالفعل الثدييات الأولية ، إلا ان المعركة كانت غير متكافئة وميئوسا منها على الدوام . كما أنه من الخطأ القول بأن الزواحف جميعها قد هلكت ، ويبدو أن السبب فى اختفائها أعمق من هذا بكثير .

ويعتبر تغير ظروف الكرة الأرضية ذاتها العامل الرئيسى فيما حدث دون شك، فقد وقعت تغيرات كبيرة فى الطباشيرى المتأخر وأصبح العالم مكانا مختلفا تماما فى بداية العصر التالى المسمى بالإيوسينى، وربما كان لتطور النبات دخل فى هذا. فإذا لم تعد الزواحف آكلة النبات مثل الإجواندون تجد الطعام المناسب لها فإنها ستموت حتما وبالتالى ستموت الزواحف آكلة اللحوم التى تتغذى عليها . وإنه لأمر طبيعى أن تكون الزواحف قد انقرضت بعد أن عمرت أكثر من مائة مليون سنة ، بينما لم تتعد فترة حياة البشر المليون سنة بعد ، ولكن نحو نهاية الفصل الطباشيرى فى كتابنا غشيت كثير من الصفحات وتشير الطبعة الواضحة التالية إلى أن الأرض بدأت تأخذ شكلها الحديث .

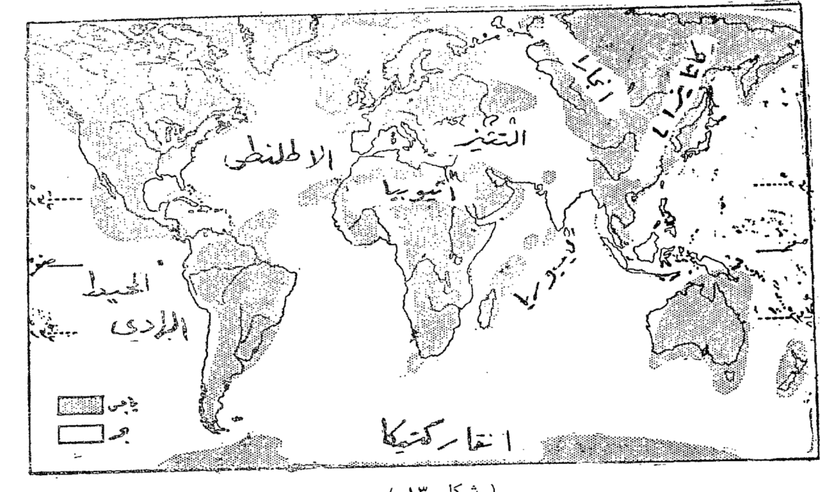
وهكذا قضت الزواحف أيام مجدها ، ولم يعد لها مكان فى عالمنا الجديد العظيم .

* * *

الباب الثامن

عهد الثدييات

لم تحدث تغيرات فى تاريخ الأرض الطويل كاملة ومفاجئة مثل تلك التى حدثت فى نهاية حقب الحياة المتوسطة ، وقد كانت هذه التغيرات بطيئة بالطبع لو نظرنا إليها بمقياسنا الزمنى العادى ، ولكنها تعتبر سريعة من الناحية الجيولوجية ، فقد اختفت مخلوقات مثل العمونى والدنصورات الرهيبة خلال بضعة ملايين من السنين ، ويبدو هذا الاختفاء مثل مسح ما كتب بالطباشير على سبورة سوداء ، ولا حاجة بنا إلى القول بأن هذه التغيرات كانت العلامة المميزة لنهاية حقب الحياة المتوسطة ، وقد تلا ذلك الثلاثى « Tertiary » أو الحقب الثالث الذى ينقسم إلى أربعة عصور أولها الإيوسينى « Eocene » ، وقد اشتقت كلمة الإيوسين من الإغريقية وتعنى « فجر الحياة الحديثة » . وقد استغرق هذا العصر خمسة وعشرين مليون سنة بدأت منذ ٧٠ مليون سنة وانتهت منذ ٤٥ مليون سنة مضت ، وكانت الاضطرابات الأرضية أكثر سواداً فيه عما كانت عليه فى غالبية العصر الطباشيرى .



(شكل ١٣)
خريطة العالم فى العصر الايوسيتى

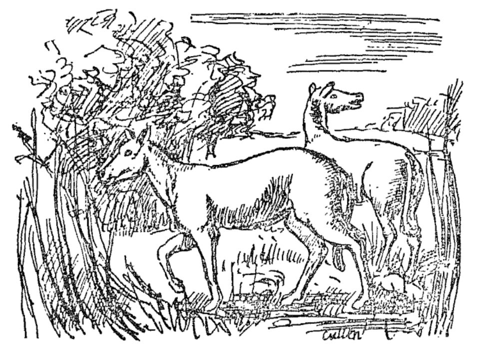
ويمكن ملاحظة هـذا التغير بمجرد إلقائنا نظرة على خريطة العصر الإيوسينى بالشكل رقم ١٣ ، والفرق بينها وبين الخرائط السابقة يتمثل فى أن جوندوانالاند قد انتهى بالتأكيد وجودها بالشكل القديم ، إذ حلت محلها كتل أصغر منها من اليابسة ، تعرف ثلاث منها حالياً باسم أمريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا ، هذا علماً بأن الجيولوجيين لا يطلقون على هـذه الـكتل من اليابسـة الإيوسينية أسماءها الحديثة . ويظهر إلى الوجود المحيط الأطلنطى غامراً جزءاً من قارة أطلنطيس القديمة ، أما بحر التيثز الآخذ فى الانكماش فما زال فى موقعه حيث يصل المحيط الأطلنطى بالبحار الواقعة فيما وراء أفريقيا ، وقد ظهر فى الإيوسينى العلوى مضيق واسع يصل بين التيثز والمحيط القطبى الشمالى ويفصل أوروبا عن آسيا . وهناك ظاهرة أخرى واضحة فى هذه الخريطة تتمثل فى ظهور ليموريا « Lemuria » وهى جزيرة كبيرة كانت تقع فى المكان الذى يعرف الآن بالمحيط الهندى ، وقد تبقى جزء منها حتى الآن ألا وهو مدغشقر، ويقال إن ليموريا كانت مقراً لحضارة كبيرة مثلها فى ذلك مثل أطلنطيس، ومن الواضح أن هذه أسطورة جذابة فعلا ولـكنها خاطئة بالتأكيد .

وقد تسبب غرق أجزاء من أطلانطيس القديمة وجوندوانالاند

فى ازدياد النشاط البركانى ، ويبدو أن كثيراً من الثورات البركانية التى تصحبها الحمم قد حدثت فى أماكن متفرقة بعيدة عن بعضها البعض مثل إيرلنده والهند والقطب الشمالى . وعلى العموم ، فقد كان العالم الإيوسينى أشد دفئا من عالمنا الحاضر ، حتى إن النباتات التى توجد حالياً فى المناطق الاستوائية قد ازدهرت — حينئذ — على خط العرض الذى توجد عليه بريطانيا حالياً ، كما ازدهرت أيضاً فى الشمال حتى جرينلاند التى كانت متصلة فى ذلك الوقت بأمريكا الشمالية ، أما فى وقتنا الحاضر فيستحيل على غير النباتات القوية أن تعيش وسط ثلوج جرينلاند ، وهذا يدل على أن القطب الشمالى أبرد كثيراً فى الوقت الحاضر مما كان عليه فى العصر الإيوسينى .

ولم تكن النباتات الإيوسينية تختلف كثيراً عن تلك المعهودة لنا فقد عم انتشار النباتات المزهرة ، كما تواجدت أنواع كثيرة من الشجر متدرجة من النخيل إلى البلوط والصنوبريات دائمة الخضرة التى تتميز بها الحدائق الإنجليزية . وكان البحر يحوى أشكالا من الحياة حديثة فى غالبيتها ، منها أنواع مختلفة من الأسماك والسرطانات البحرية والمحاريات . ولم يعد للإكثيوزوراس والبليزيوزوراس الرهيبة وجود فى تلك الآونة ، وهكذا خيمت السعادة على الحياة فى البحر أكثر مما كانت عليه من قبل .

وبديهى أن جميع الزواحف لم تنقرض كلية ، فكلنا نعلم أن كثيراً منها مثل الثعابين والسحالى لا يزال باقياً إلى أيامنا هذه . فقد انتهت عظمة مملكة الزواحف باختفاء الدنصورات آكلة اللحوم وصارت التماسيح أخطر ما بقى منها ، كما انتشرت السلاحف البحرية والبرية أيضا . وقد قلت أهمية البرمائيات التى كانت أكثر



(شكل ١٤) الايوهيبباس

حيوانات العالم تقدما أيام الغابات الفحمية ، على الرغم من أن الضفادع والضفادع البرية قد عم انتشارها إبان الحقب الثلاثى والرباعى من تاريخ الأرض .

وإذا اتجهنا إلى الهواء فسوف نجد أن الحشرات الإيوسينية

تماثل كثيراً أقرانها الموجودة حاليا، أما الطيور فقد كانت لاتزال مختلفة على الرغم من أنها فقدت أسنانها الموروثة عن الزواحف بانتهاء ذاك العصر . ونظراً لأن الأمان على سطح الأرض قد توافر عن ذى قبل فقد عادت بعض الطيور إلى حياة الأرض وتوقفت عن الطيران إلى الأبد، تماما مثلما فعلت بعض الزواحف التى عادت إلى المحيطات بعد أن عاشت فترة قصيرة بعيداً عن الماء . ومن سلالات هذه الطيور ، التى لا تطير ، النعام والأمو وطيور البطريق .

ويعتبر ظهور الثدييات من أهم الأحداث التى تميز بها العصر الإيوسينى ، وهذه على النقيض من الزواحف ذات دم حار . وقد اكتسبت سريعا طاقة ذهنية عجزت الدنصورات الضخمة عن اكتسابها . وقد ظهرت أول الثدييات كما علمنا فى العصر الترياسى أى منذ ١٨٠ مليون سنة مضت وكانت حينئذ فى حجم الفئران أو الأرانب . ولم يكن هناك أمل فى أن تحرز تقدما كبيراً طالما كانت الدنصورات موجودة . وبمجرد زوال خطر الزواحف عملت الثدييات على تدارك مافاتها وسرعان ما أحرزت تقدما كبيراً ملحوظا بنهاية الإيوسينى . وتعتبر الثدييات الحديثة كلها من سلالات ثدييات العصر الإيوسينى .

وكانت الحيوانات الحافرية آكلة النباتات أكثر الثدييات انتشاراً



(شكل ١٥)
ألارسينوثيريوم

نذكر منها الإيوهيبّاس Eohippus الذى اشتق اسمه أيضاً من الإغريقية ومعناه « الحصان الذى ظهر فى الفجر » لأن الإيوهيبّاس، فى الحقيقة ، أول ماعرف من أفراد عائلة الحصان الكبيرة . وكان هذا حيوانا صغيراً غريباً فى حجم الترييار ـ أحد أنواع كلاب الصيد ـ ويبدو أنه قضى معظم حياته فى المستنقعات . وكان الموريثيريم Moeritherium وهو أول فيل بدائى طريفا أيضاً ولم يكن ارتفاعه يزيد على ثلاثة أقدام تقريبا وهكذا كان يبدو صغيراً جداً لو وقف بجوار فيل حديث . أما الأرسينوثيريوم Arsenotherium فقد كان أكبر من ذلك كثيراً ، ويبدو مثل خليط من الفيل والخرتيت، وقد عاش فى بعض أجزاء أفريقيا . وقد قرأ كثير من الناس قصة روديارد كيبلنج Rudyard Kipling الشهيرة، كيف حصل الفيل على زلومه ، وكيف نزل إلى النهر فيل فضولى حديث السن فأطبق على أنفه تمساح وظل يجذبه بعنف حتى أصبح أنفه من شدة الجذب زلوما . وقد قيل إن الأرسينوثيريوم لابد وأنه كان شبيها بهذا الفيل الحدث عندما وصلت عملية الجذب إلى منتصفها . ومع ذلك ، فلم يكن الزلوم حقيقيا بل كان يتكون من العظم .

وتعتبر الرئيسيات Primates أكثر ثدييات العصر الإيوسينى أهمية من وجهة نظرنا الخاصة وكانت هذه أول أفراد العائلة التى تطورت منها النسانيس والقرود . وكانت ـ وقتئذ ـ كائنات صغيرة

تعيش على الأشجار ، ويبدو أن بعضها كان يشبه أعضاء صغاراً من قبيلة القردة التى تعرف بالليمورات Lemurs

وقد انتهى العصر الإيوسينى منذ ٤٥ مليون سنة مضت، أما العشرة ملايين سنة التالية فتمثل العصر الأوليجوسينى Oligocene وقد اشتق هذا الاسم من الإغريقية أيضا ، ويعنى « قليلا من الحديث » لوجود قليل من أشكال الحياة الأكثر حداثة، وهى فى الواقع تسمية غير جيدة . فحقيقة أن الحيوانات لم تكن متقدمة ، ولكن بعضها يمكن التعرف عليه بسهولة كأسلاف الخيل والفيلة بل والقرود ، بينما كانت النباتات والحشرات شديدة الشبه بأقرانها المعاصرة لنا كما كانت الفراشات والنحل والنمل والعناكب كثيرة الانتشار ، حتى الخفافيش ـ تلك الثدييات الغريبة الطيارة ـ كانت متقدمة فى تطورها .

وقد أخذت خريطة الأرض فى التحور إلى شكلها الحالى بطريقة بطيئة ولكنها أكيدة وكان العالم دافئا باعتدال وإن لم يكن حاراً مثلما كان فى العصر الإيوسينى وقد استمر محيط التيثز فى الانكماش من جراء تحركات القشرة الأرضية التى رفعت بعض أجزائه ، وكانت نتيجتها النهائية تكون جبال الألب فى العصر التالى . واختفى ذلك المضيق الذى كان يصل التيثز بالمحيط القطبى الشمالى وأخذت

اليابسة مكانه بعض الوقت وإن كان هناك احتمال فى جفافه وتكرار غمره بالمياه عدة مرات قبل اندثاره فى النهاية .

ولم تكن ثدييات الأوليجوسينى تسيطر على الكرة الأرضية فقط ، بل أصبحت علاوة على ذلك أكثر تقدما من أى كائنات تنتمى إلى طائفة الحكام السابقين . ويجب أن نتذكر فى هذا المجال أن الإيوهيبّاس الإيوسينى الذى كان فى حجم الكلب الصغير قد فاق التيرانوزوراس الذى عاش فى حقب الحياة المتوسطة عقلا وتفكيراً ويلاحظ أن بعض الثدييات الأوليجوسينية كانت تماثل صوراً غير متقنة الصنع للفيلة وغيرها من الحيوانات المألوفة لنا . فمن الواضح أن البالوشيثيريوم Baluchitherium ، مثلا ، ينتمى إلى عائلة الخرتيت ، كما ظهرت أيضا الأفيال ذات الزلوم المبتور ، كما أنه لا يمكن لأى إنسان أن يخطىء فى أن الباليوثيريوم كان جداً للحصان كما يمكن التعرف أيضا على القطط والكلاب الأولى وكذا الجمال والخنازير . وعلاوة على ذلك ، فلم نجد أول قرد حقيقى إلا فى العصر الأوليجوسينى ، وقد أطلق عليه اسم بارابيثيكاس Parapithecus وكان يعيش فى أفريقيا منذ حوالى ٤٠ مليون سنة ، وقد كان قرداً بالفعل على الرغم من وداعته وصغر حجمه .

وإذا تمكنا من العودة إلى الوراء ، إلى زمان الأوليجوسينى

لوجدنا العديد من الأشياء الغريبة وكذلك الكثير مما نألفه . وقد تغيرت الحياة فى هذه الأربعين مليوناً من السنين أكثر مما فعلت أثناء السبعين مليون سنة من فقرة الطباشيرى إذ كان الفكر الواعى وشيك الحدوث .



الباب التاسع

الشكل الأخير للخريطة

بقى لنا عصران من الحقب الثلاثى لنتحدث عنهما قبل أن نصل إلى العهد الجليدى الكبير الذى استقبل الإنسان الأول . وهذان العصران هما : الميوسينى Miocene الذى استغرق من ٣٥ مليون سنة إلى ١٥ مليون سنة مضت ، والبلايوسينى Pliocene وقد شغل الفترة من ١٥ مليون سنة إلى مليون سنة مضت ، وقد اشتقت هذه الأسماء من الإغريقية كالعادة إذ تعنى الميوسينى « الأقل حداثة » والبلايوسينى « الأكثر حداثة » .

وقد اتخذت خريطة العالم شكلها الحديث فى نهاية البلايوسينى لهذا يعتبر هذا الوقت لحظة مناسبة لنفحص عن كثب مختلف أنواع الحركات الأرضية .

وأول هذه الحركات تؤدى إلى تكون القارات ، وتتمثل فى تحركات بطيئة إلى أعلى وإلى أسفل لمساحات كبيرة ينتج عنها ارتفاع قاع البحر حتى ينحسر عنه الماء كلية ، أو هبوط أجزاء من اليابسة ليغمرها الماء ، وثانيهما ما يعرف بالحركات « الأوروجينية »

Orogenic ، أو حركات تولد الجبال ، وهى أكثر حدة وعنفا من السابقة وتؤدى إلى ثنى الصخور على امتـــداد أحزمة ضيقة وتراكمها بعد ذلك لتكون سلاسل جبلية مرتفعة مثل الهملايا والألب . وعلى الرغم من أن حركات تولد الجبال أشد النوعين عنفا إلا أنها أبعد ما تكون عن الفجائية ، وعليه فإن تكون السلاسل الجبلية عملية بطيئة . ومن الخطأ أن نعتقد أن للزلازل تأثيراً كبيراً فى تشكل الخريطة ، فالزلزال ما هو إلا صدمة عنيفة حادة فى منطقة معينة ، على الرغم من أنها تسبب أحيانا دماراً شاملا وربما تؤدى بين الحين والحين إلى اختفاء جزيرة أو إغراق قطعة منخفضة من اليابسة ، وما هى فى الواقع إلا انزلاق وشق فى صخور جزء من القشرة الأرضية وليست فى مجملها ذات أهمية خاصة فى هذا الشأن .

وقد تميز العصر الميوسينى بأحد الحركات المثالية لتولد الجبال والتى حدثت فى ذلك الحوض الذى كان يغمره بحر التيثز فى وقت من الأوقات ، فقد أخذت الحركات الضخمة فى الضغط بقوة على القشرة الأرضية مما أدى إلى ثنى الصخور وتراكمها ثم اندفاعها إلى أعلى مكونة قمما جبلية عاتية ، وهكذا تكونت جبال الهيملايا ، وتم تكوين جبال الألب بعد أن ابتدأ ذلك فى العصر الأوليجوسينى . ولعل مما يبعث على الدهشة أن نعلم أن إفرست وجودوين أوستن وغيرهما من قمم جبال الهيملايا العتيدة ما هى إلا جبال حديثة

التكوين نسبيا ، وقد تكونت جبال الأنديز الأمريكية أيضا خلال العصر الميوسيني .

وقد فقد التيثز شكله القديم بنهاية العصر الميوسيني وكان هذا البحر يعتبر أحد العلامات المميزة للعالم القديم . أما ما تبقى من التيثز فيطلق عليه اسم البحر الأبيض المتوسط ، وهذا الأخير أصغر كثيراً من سالفه الضخم ، كما انحسر الماء عن المضيق الذى كان يصل التيثز بالمحيط القطبى الشمالى إبان العصر الميوسينى أيضا ، وهكذا أصبحت أوربا متصلة بآسيا . وقد حدث فى وقت ما أن اتصلت كتلة اليابسة الأوربية الآسيوية « أوراسيا » بأفريقا وأمريكا الشمالية ، وقد امتد بحر داخلى كبير عبر أوربا شمالى جبال الألب التى تكونت حديثاً ، ليغمر معظم النمسا ويتوغل غامراً جزءاً كبيراً من روسيا ، ولكنه انقسم أثناء العصر التالى — البلايوسينى — إلى بحار أصغر ، مثل بحر قزوين Caspian بينما غمرت المياه الأراضى المنخفضة من اليابسة الواقعة إلى الشمال الشرقى من بريطانيا التى تحولت بالتالى إلى بحر الشمال .

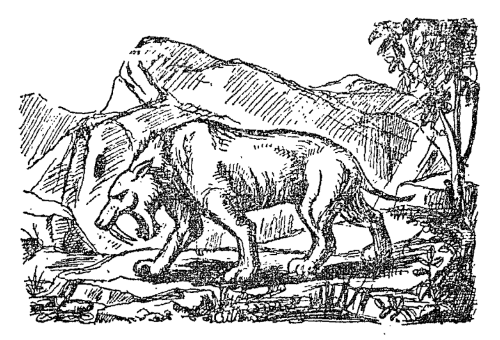
وقد قل الدفء أثناء العصر الميوسينى بعد أن كان يعم خلال العصر الأوليجوسينى وتقهقرت النباتات التى تتبع الأنواع الاستوائية والتى كانت تنمو بالقرب من المناطق القطبية إلى خط الاستواء . أما العصر البلايوسينى فقد كان أكثر برودة ، ولم تكن المناخات

فى تلك الآونة أدفأ كثيراً مما هى عليه فى أيامنا هذه . ويمكننا أن نضيف إلى ما سبق أن الاضطرابات المستمرة فى القشرة الأرضية أدت إلى حدوث ثورات بركانية ، وأن الأمطار كانت غزيرة جداً فى بعض الأماكن مما أدى إلى تآكل بعض الجبال الحديثة التكوين بسرعة .

وليست هناك ضرورة ملحة فى أن نقضى وقتاً طويلا فى مناقشة الحياة النباتية أو الحياة البحرية أثناء الجزء الأخير من الحقب الثلاثى ، لأن كلا منهما تشبه مثيلتها الحالية . وسارت الحيوانات قدما فى طريق تطورها كما هو المتوقع ، وهكذا نصادف كائنات مثل الهيباريون « Hipparion » وهو الحصان البلايوسينى الذى كان يعيش فى سهول أوراسيا وأمريكا الشمالية التى تكسوها الحشائش وقد بلغ ارتفاعه أربع أقدام ، والسيفاثيريوم « Sivatherium » أحد أسلاف الزرافة المعاصرة وكانت ذات رقبة قصيرة وقرون متفرعة يبلغ طولها فى بعض الأحيان سبعة أو ثمانية أقدام ، وكذا الدينوثيريوم « Deinotherium » أحد أجداد الفيل كما ظهرت أنواع من القطط والكلاب أيضا وإن كانت مختلفة عن الأنواع الموجودة حاليا .

كما كان هناك أيضا أحد الأفراد المثيرة من عائلة القط ويعرف بالنمر ذى الأسنان السيفية « Sabre-Toothed Tiger » وقد

وجد هذا لأول مرة فى الميوسينى العلوى ، ثم تطور تماما بنهاية الحقب الثلاثى ، وقد كان فى حجم النمر الحقيقى وإن لم يكن كذلك ، ومما يلفت النظر إلى هذا الكائن طول نابيه اللذين يشبهان السيوف ، حادة من الأمام كما تشبه المنشار من الخلف ، ومما لا شك فيه أنه كان خطيراً فى عداوته وربما يكون قد دخل فى معارك مع بعض الأوائل من البشر لأنه عاش حتى منتصف العهد الجليدى الأخير .



(شكل ١٦)
النمر ذو الاسنان السيفية

وكانت الطيور منتشرة ، بالطبع ، وقد تضمنت كثيراً من الأنواع التى عادت إلى الأرض وفقدت القدرة على الطيران إلى الأبد . فانتشرت طيور البطريق الأولية على سبيل المثال فى أقصى الجنوب ، وكانت — آنئذ — أكبر من قرينتها الحديثة . ولم يكن

لدى الطيور غير الطائرة وسائل فعالة تمكنها من الدفاع عن نفسها ولذا قاست الكثير فى الأزمنة الحديثة ، وقد أفنى الإنسان بنفسه عائلة أو عائلتين منها وربما كانت طيور الأوك العظيمة « Great Auks » ، وهى طيور بحرية موطنها القطب ، آخر من سار فى طريق الفناء ، وقد ظل بنو الإنس يصطادونها بكل قسوة حتى فنيت عن آخرها . هذا وقد لعبت الطبيعة قضاءً وقدراً دوراً غريبا فى المعاونة على سرعة القضاء عليها ، فقد اتخذت آخر أحياء هذه السلالة لها موطنا فى جزيرة صخرية غير مطروقة بعيدة تسمى جير فوجلاسكير تبعد حوالى ١٥ ميلا عن أيسلندا ، وقد اهتزت جير فوجلاسكير إثر ثورة بركانية عنيفة عام ١٨٣٠ وهبطت تحت سطح الماء مما أرغم هذه الطيور ذات الحظ العاثر إلى التوجه إلى جزيرة اخرى أكثر قربا من أيسلندا وتسمى إلدى « Eldy » وكانت الجزيرة الأخيرة أقرب من الأولى منالا للإنسان ، ولم يمض وقت طويل حتى قضى الصائدون على كل طير من هذه الطيور وقد قتل آخر زوج منها عام ١٨٤٤ ويمكننا أن نقول إن موتها كان مأساة .

وقد تطورت الرئيسيات تطوراً واضحاً إبان العصرين الأخيرين من الحقب الثلاثى ، فقد كانت الحيوانات الشبيهة بالقرود صغيرة ومتواضعة فى بداية العصر الميوسينى ، ولم تكن تملك إمكانيات

فكرية حقيقية ، وقد ظهرت كائنات فى نهاية العصر البلايوسينى تمكنت من تشكيل الأحجار واستخدام هذه كأنواع من الأسلحة ولم تكن هذه الكائنات قد بلغت مرحلة « البشر » بعد . وعلينا أن نشير فى هذا المجال إلى أحد الأخطاء التى تتكرر كثيراً فى الكتب الدراسية . فالإنسان لم ينشأ فى الواقع من القردة ، فالقرد الذى نشاهده فى حدائق الحيوانات لا يمكن أن يتحور إلى إنسان وبالمثل لا يمكن لعائلات القرود الكبيرة التى تقطن المناطق الحارة أن تتطور إلى بشر . فمثل هذه القرود والقرود الكبيرة قد بلغت أقصى مراتبها الخاصة من الكمال ، ولا يمكنها أن تتطور أكثر من ذلك ، ولذا فالفكرة البسيطة التى تقول إننا قد تناسلنا من القرود فكرة خاطئة من أساسها والموضوع أعمق من ذلك فى الحقيقة ، فالقردة فى الواقع ، لا يمكن أن نشهد لها بقوة عقلية خاصة ، ولم يرتفع أى قرد كبير إلى مستوى ذكاء سبع البحر أو الفيل مثلا ، ولكننا نميل إلى تصديق هذه الشائعة لأن القرود الكبيرة تشبهنا من حيث المظهر .

وقبل أن يتحول شبيه الإنسان فى العصر البلايوسينى إلى إنسان حقيق كان عليه أن يواجه خطراً جديداً ، ولم يكن مصدر هذا الخطر أجناس أخرى من الحيوانات ولكنها كانت محنة أشد من ذلك خطراً . ولو وجد البشر الأولون أنفسهم فى معركة مع الزواحف أو ربما مع أجناس جديدة من الدنصورات لتمكنوا من القضاء

عليها لارتفاع مستوى ذكائهم بالنسبة لهذه الحيوانات ، وإن كان هناك احتمال كبير أن يفقد هؤلاء الأوائل من البشر الكثير من الضحايا . ولكن التغلب على قوى الطبيعة أصعب كثيراً من الانتصار على فئات من الحيوانات الشرسة ، أما هذا الخطر المحدق الجديد فيمكننا أن نلخصه فى نقطة واحدة ألا وهى « البرد » . وكانت فترة الدفء الطويلة التى استمرت زهاء مايزيد على مائتى مليون سنة قد أخــــذت فى الانتهاء فى بطء وعزم ، وتكونت القلنسوات الجليدية عند قطبى الأرض ، واقترب بهذا موعد اختبار سادة العالم الجدد . وقد أخذنا انتشار البرد كعلامة مميزة ومناسبة لانتهاء الحقب الثالث من تاريخ الأرض .

* * *

الباب العاشر

عهد الجليد

ويتضمن الباب الرابع والأخير من كتابنا عن تاريخ الأرض الحقب الرباعى Quaternary وهو قصير جداً إذ لم يستغرق سوى مليون سنة ، وربما أقل من ذلك . وعلى الرغم من صغر المدة التى استغرقها هذا الحقب إلا أننا نقسمه إلى قسمين ، أولها البلايوستوسينى Pleistocene الذى اشتق من اللغة الإغريقية ويعنى «الأحدث» وبانتهاء هذا العصر الذى شغل معظم الزمن المخصص للحقب الرباعى نرى أول بوادر الحضارة . ثم ندلف بعد ذلك إلى العصر الهولوسينى Holocene أو « الحديث كلية » منذ حوالى ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد والذى مازال مستمراً حتى الوقت الحاضر . ويعتبر الهولوسينى عهد الإنسان مثلما كان الكبرى عهد التريلوبيتات والطباشيرى عهد الدنصورات .

وقد كان البلايوستوسينى عصر العهد الجليدى، ذلك الزمن الذى ساد فيه البرد القارس وغطيت أثناءه بريطانيا بقلنسوة من الجليد . ومع ذلك ، فليس صحيحاً أن عهد الثلج كان مستمراً طوال مليون سنة وإنما كانت هناك موجات باردة « فترة التثليج » تتبادل معها

فترات دافئة « ما بين أوقات التثليج » ، وربما كانت الفترات الدافئة أطول كثيراً من الموجات الباردة . وقد بلغت الموجات الباردة أربعاً فى مجموعها خلال العصر البلايوستوسينى .

ولم نتمكن من التأكد تماما من كل تواريخنا الخاصة بعهد الجليد، وإن كان يمكننا فى هذا المجال أن نحدد بالتقريب تاريخ انتهاء آخر موجات البرد ، وأن آخر العهد الجليدى قد انقضى منذ عشرة آلاف سنة عند بداية الهولوسينى أى ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد ولكننا لسنا على يقين متى بدأت أول موجة باردة . وربما كان تقديرنا للبلايوستوسينى بمليون سنة تقديراً خاطئا . ويعتقد الأستاذ زوينر أن هذا العصر قد استمر ستمائة ألف سنة فقط ، بينما يقدره بعض آخر من الجيولوجيين بحوالى المليونين من السنين . وعلى كل فقد كانت الظروف خلال أسوأ أوقات التثليج قاسية للغاية ، وكان على الإنسان الأول أن يدخل معركة عاتية ضد هذا البرد .

وكانت بريطانيا تقع على حافة المنطقة الجليدية أثناء فترات التثليج ، كما كان طرف القلنسوة القطبية يمر عبر الجزء الجنوبى من انجلترا وكانت المقاطعات المجاورة للندن ومنها ساسكس وكنت وغيرها ذات مناخ من نوع التندرا الذى لا يختلف كثيراً عن مناخ سيبيريا الحاضر . ولم يتمكن من الحياة فوق الأراضى الجليدية

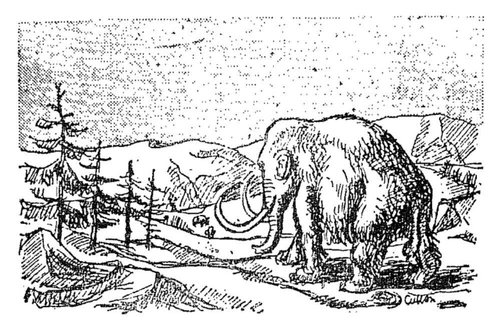
الباردة سوى النباتات الدنيئة والأشجار القطبية التى لم يكتمل نموها كما انخفض المستوى العام لسطح المحيط أيضا أثناء التثليج لأن مياها كثيرة قد تجمدت على هيئة جليد ، واتصلت بريطانيا بالقارة الأوربية مرة أخرى . وكانت المحيطات ترتفع أثناء فترات ما بين التثليج الدافئة ، وهكذا كانت تفيض القناة الإنجليزية والبحر الشمالى مرة أخرى ، وقد تكرر حدوث ذلك عدة مرات قبل انفصال بريطانيا نهائياً عن أوربا منذ ثمانية آلاف سنة مضت خلال الجزء الأول من العصر الهولوسينى .

كيف كانت الظروف أثناء فترات التثليج الطويلة والتى استغرقت كل منها عشرات الآلاف من السنين ؟ لقد عانت الكثير تلك الحيوانات المحبة للدفء ، التى انتشرت أثناء الحقب الثالث وتلاشت أشكال كثيرة من الحيوانات والطيور كلية أو طورت نفسها بما يلائم هذه الظروف الباردة . وكانت الرنة والثعالب القطبية تتجول فى جنوب انجلترا أثناء العهد الثلجى الأخير ، كما كانت هناك حيوانات أخرى لم تنقرض إلا حديثا جداً بحساب المقياس الزمنى الجيولوجى . فمثلا كان ميجاثيريوم أمريكا الجنوبية Megatherium أو الرسيف الأرضى حيوانا من الدرداوات بطيئة الحركة ، وكان مسالماوديعا يأكل النباتات ، ويبلغ طوله عشرين قدما ، وقد عثرنا على بقايا لهذا الحيوان قريبة من بقايا الإنسان البدائى

فشاع الاعتقاد بأن هذا الحيوان ربما كان قد صار مستأنساً . وقد اختفت النمور ذات الأسنان السيفية فى أوائل العهد الجليدى ، بينما تمكن الفيل والحصان من الاستمرار فى البقاء .

وقد اقترن اسم حيوان الماموث Mammoth عامة وبداهة بالعهد الجليدى ، وهذا الحيوان هو أحد أفراد عائلة الفيل ، وكان ضخم الجثة ويتميز بشعر صوفى قريب إلى جلده ذى لون بنى يميل إلى الاحمرار وكذلك بشعر خشن خارجى طويل ، وله نابان كبيران مقوسان يبلغ طول كل منهما حوالى عشر أقدام على الأقل ، وعلى العموم ، فما لاشك فيه أن الماموث كان يبدو حيوانا رائعاً . وعلى الرغم من انقراض الماموثات قبل بداية التاريخ المكتوب ، إلا أننا نعرف شكله تمام المعرفة فقد استخرج بعضها مثلجا وكاملا من سيبريا ، إذ ساعد البرد الذى قام بدور الثلاجة فى حفظها بلحمها وأسنانها وذلك بالإضافة إلى مئات الأسنان والأنياب وبقايا العظام التى عثر عليها فى أماكن متفرقة من العالم ، ويقال إن شخصا قام بطهى قطعة من لحم ماموث مثلج عثرت عليه بعثة من العلماء الروس فى إحدى المناسبات ، ثم أكلها ليتذوق طعمها ، ومن حسن حظ هذا الشخص أن أحد أفراد البعثة كان طبيبا .

وكثيرا ما يفترض البعض أننا لازلنا نعيش فى آخر مراحل فترة



(شكل ١٧)
ماموث العهد الجليدى

من فترات التثليج وأن القلنسوات الجليدية التى تغطى أقطاب الأرض حاليا سوف تختفى تماما خلال عدة عشرات الآلاف من السنين ، وسيعود الدفء مرة أخرى حتى يعم مناطق مثل جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية . وربما كان هذا صحيحا أو غير صحيح ، وربما كان ارتفاع درجة الحرارة بالمنطقة القطبية الشمالية بما لا يقبل الشك خلال آخر ربع قرن مضى دليلا لا يعول عليه فى هذا الشأن ، ولكنه إذا حدث ذلك فعلا فإننا سوف نقابل هذا التغير بشعور متضارب إذا نظرنا إلى ذلك من وجهة نظرنا الخاصة ، ولسوف يرتفع مستوى سطح البحر عندما تذوب القلنسوات الكائنة عند قطبى الأرض ، ويكفى أن تذوب ثلوج القطب الشمالى لتغرق معظم

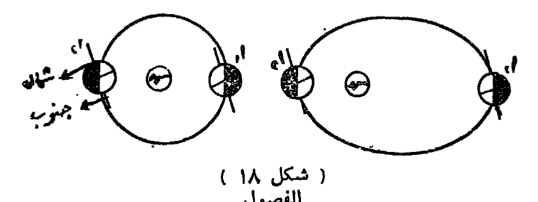
بريطانيا . ومع ذلك فلن يكون هذا الفيضان فجائيـا ، ولا بد من مرور مئات من السنين يرتفع فيها المد كإنذار للعالم ، فليس هنـاك إذن مايدعو إلى الخوف من حدوث أى كوارث عنيفة مفاجئـة نتيجة لذوبان الثلوج .

ويمـكن تلخيص مشكلة العهد الجليدى فى سؤال واحـــد : ماالذى تسبب فى حدوثه ؟ هل كنا أكثر بعدا عن الشمس ، هل قلت الحرارة التى ترسلها الشمس إلينا ، أم هل ترجع موجات البرد إلى تغير مدار الأرض ؟ وعند محاولة الإجابة عن هذا السؤال يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن العهد الجليدى الشهير بالبلايوستوسينى لم يكن الوحيد من نوعه فقط . وعلينا أن نتذكر فى هذا المجال تلك الفترة الباردة التى بدأت فى عصر الغابات الفحمية العلوى ثم استمرت خلال العصر البرمى ، كما حدثت قبل ذلك بزمن طويل فترتان طويلتان من فترات البرد على الأقل .

وقد وضعت بعض نظريات غريبة جدا لتفسير هذه الظاهرة ومثال ذلكماافترض من أن تغير ميل محور الأرض قد تسبب فى تحول القطب الشمالى فكان موقعه شرقى المكسيك فى عصر الغابات الفحمية،وجنوب ألاسكا فى عهد الزواحف وفى القارة الأمريكية الشمالية أثناء العهد الجليدى الأخير ! ويمكننا صرف النظر مباشرة

عن هذه الفكرة ولكن نظرية تغير مدار الأرض تحتاج إلى الاستزادة من بعض المناقشة .

ومن المعروف أن الأرض تدور حول الشمس فى مدار أو مسار دائرى من الناحية العملية حتى إن المسافة بين هذين الجسمين تظل دائما حوالى ٩٣ مليون ميل . ونحن نعلم علم اليقين أن هذه المسافة لم تتغير كثيرا منذ العصر الكبرى . ومن ناحية أخرى فليس هناك إدراك عام أن الأرض تصبح أقرب مايكون إلى الشمس فى فصل الشتاء بنصف الكرة الشمالى ويوضح الشكل رقم ١٨ سبب ذلك



(شكل ١٨)
الفصول

حيث تمثل (ش) الشمس ، ا١ الأرض أثناء صيف شمالى خط الاستواء ، ا٢ الأرض أثناء شتاء شمالى خط الاستواء .

وتدور الأرض حول محورها بطريقة مماثلة لبرتقالة وخزت فيها إبرة تدريز (تريكو) ثم أديرت حول نفسها بعد ذلك ، وهذا المحور ليس عموديا ولكنه مائل بزاوية قدرها ٢٣,٥ درجة ويميل

القطب الشمالى فى الوضع ا١ تجاه الشمس وفى هذه الحالة يستفيد البريطانيون أقصى استفادة من أشعة الشمس ، أما فى الوضع ا٢ فتميل خطوط العرض الشمالية فى الاتجاه الآخر ، وبالتالى تقل الحرارة المستقبلة من الشمس بداهة . وعلى الرغم من أن المسافة ش — ا١ أطول قليلا من المسافة ش — ا٢ ، إلا أن هذا لا يسبب فى الواقع اختلافا كبيرا .

ولكن لو أن مدار الأرض حول الشمس قد تغير إلى قطع إهليلجى محدد كما هو موضح بالرسم الثانى من الشكل رقم ١٨ فسوف تصبح المسافة ش — ا١ أكبر بكثير من المسافة ش — ا٢ وسيكون نصف الكرة الشمالى باردا حتى فى الصيف ولن يذوب الثلج الذى يتكون فى الشتاء أبدا .

ونقطة الضعف فى هذه النظرية — لو أخذناها فى الاعتبار — هى أن العصر الثلجى يصبح منحصرا فى المناطق الشمالية فقط بينما نحن على يقين تام من أن البرودة كانت منتشرة فى كل أنحاء الكرة الأرضية فى العصر البلايوستوسينى على الأقل ، وربما كان الحال كذلك فى العصر البرمى .

وقد قام بدراسة هذه المسألة منذ عهد قريب الدكتور ا . ج . أوبيك الفلكى الأستونى الذى يعمل حاليا مديراً لمرصد أرماغ

بشمالى إيرلنده . وقد دلت أبحاثه على أن الشمس نفسها هى المتسببة فى ذلك إذ أننا نستقبل كمية أقل من المعتاد من الحرارة الشمسية أثناء أى عهد جليدى .

وإذا تخيلنا أن الأرض مغطاة بغلاف كثيف من السحاب أمكننا أن نلاحظ أن هذا السحاب سوف يعكس معظم دفء الشمس دون أن يسمح لها بالنفاذ للوصول إلى سطح الأرض على الإطلاق ، وبالتالى ستنخفض درجة حرارة ذلك السطح ، وقد تقدم البعض بهذا الاقتراح كسبب ممكن لحدوث فترات التثليج ، ولكن من الصعب معرفة السبب فى وجود هذه الفترات السحابية . وهناك اقتراح آخر مؤداه أن الشمس خلال رحلتها عبر الفضاء أحياناً ما تخترق سحابات غازية كبيرة الاتساع، ولكنها قليلة السمك ، فيمتص الغاز بعضاً من أشعة الشمس قبل وصولها إلى الأرض ، وقد محص الدكتور أوبيك كل هذه الآراء ولكنه توصل إلى أن التغيرات الفعلية للطاقة الناتجة من الشمس هى التى تؤدى إلى حدوث موجات البرد .

والشمس نجم مثل كرة هائلة تدفقت منها الطاقة إلى الفضاء منذ آلاف الملايين من السنين ، ولا زالت لديها القدرة الكافية على الاستمرار فى الإشعاع لآلاف أخرى من ملايين السنين ، ومع

ذلك، فليست هذه العملية مجرد عملية احتراق بسيطة . فإذا تخيلنا كتلة من الفحم فى حجم الشمس فإنها تحترق كاية خلال عدة آلاف من السنين فقط ، لذا فمن الضرورى أن يكون مصدر طاقة الشمس أكثر من ذلك تعقيداً . هذا وقد تمكنا خلال الخمسين سنة الأخيرة من معرفة ما يحدث فى هذا الشأن .

وتحتوى الشمس على كمية كبيرة من غاز الأيدروجين الخفيف الذى يعتبر أكثر المواد انتشاراً فى العالم كما علمنا من قبل . فإذا اتحدت أربع ذرات من الايدروجين ، نتج عن ذلك ذرة واحدة من غاز آخر خفيف ألا وهو الهيليوم ، ولكن كتلة أربع ذرات أيدروجين متحدة معاً أكبر قليلا من كتلة ذرة الهيليوم ، وهكذا يتبقى قدر صغير من الطاقة فينطلق . وهذا ما يحدث تماما فى أعماق الشمس حيث تبلغ درجة الحرارة حوالى عشرين مليون درجة مئوية وكلما تتكون ذرة هيليوم جديدة تنبعث بالتالى كمية صغيرة من الإشعاع . ويوجد بالشمس أعداد خيالية لا حصر لها من ذرات الأيدروجين فى انتظار دورها ليتحد بعضها ببعض ، بما يضمن لهذه العملية أن تكون كافية لاستمرار الشمس فى إشعاعها.

ومن الضرورى أن تحدث تغيرات فى كمية الطاقة الناتجة فى نجم كبير نشط مثل الشمس ، مثلما تتوهج وتخبو قطعة من الفحم

المشتعل تماما . وقد تمكن الدكتور أوبيك من حساب عدد مرات « الخمود » التى تحل بالشمس ووجدها تطابق جيداً عدد الفترات الباردة التى تعرضت لها الأرض. ولذلك يبدو أن عهود الجليد ترجع بكل بساطة إلى البرودة المؤقتة لسطح الشمس .

وهذه الفكرة تجعلنا نتبين مدى صغرنا وضعفنا وكيف أننا نعيش تحت رحمة الشمس تماما . فلو أن الأرض تعرضت لفترة « خمود » طويلة أخرى للشمس لزحف الجليد من القطب حتى يصل إلى خط الاستواء ، مغطياً أراضينا الزراعية وحدائقنا مسبباً لنا من الشقاء . وإذا امتدت هذه الحالة فسوف تتجمد البحار وتموت جميع النباتات ، أما نحن فسوف تفنى بصورة بائسة .ومن حسن الطالع أن حسابات الدكتور أوبيك قد بينت أن هذا لا يحتمل حدوثه ، بل إننا مقبلون على فترة أخرى جميلة ، وهناك احتمال فى زيادة دفء الأرض خلال عدة آلاف من السنين المقبلة قبل أن تظهر أية علامة لعهد جليدى جديد .

ولما كان هذا الكتاب يحكى قصة الأرض لا قصة الإنسان ، فليس هناك مجال إذن للدخول فى كفاحه الأول ، ولكننا على يقين من أن الإنسان الأول قد تحول بالتدريج إلى إنسان حقيقى خلال فترات الدفء بالعصر البلايوستوسينى . وقد بينت البقايا

التى وجدت هنا وهناك ظهور مخلوقات مثل إنسان بكين "Pekin man" وإنسان جاوه ، "Java man" والتى تدل ملامحهم على بوادر من الذكاء[١] وذلك فى الفترة الواقعة بين أول موجتين باردتين أى منذ حوالى ٥٠٠,٠٠٠ سنة . أما إنسان هايدلبرج "Heidelberg man" الذى يرجع تاريخه إلى ٣٠٠ ألف سنة قبل الميلاد فقد كان أكثر إنسانية ، وعندما نصل إلى إنسان نياندرثال "Neanderthal man"، الذى يرجع تاريخه إلى مائة ألف عام مضت ، فلن نكون على يقين هل هو قرد أو إنسان إذا نظرنا إليـــه لأول وهلة . وقد سمى النياندراثاليون هكذا لأن جمجمة أحدهم وجدت فى كهف فى نياندرثال بألمـانيا .

وقد كانوا غلاظ الأجسام ، تميزوا بظهور منحنية وفكوك غليظة وجباه مفلطحة ، كما كانوا أقصر منا قامة ، وكانوا يجرون فى ثقل ، كما كانت تبدو عليهم مظاهر البهيمية . ومن ناحية أخرى ، يبدو أنهم قد قاموا بدفن موتاهم ، كما اتخذوا من جلود الحيوانات

---

(١) كان يدخل فى زمرة هذه المجموعة الى عهــد قريب انسان بيلتداون "Piltdown man" الذى وجدت جمجمته فى حفائر بيلتداون فى ساسكس منذ نصف قرن مضى ، ولكنه اتضح اخيرا أن انسان بيلتداون لم يكن له وجود على الاطلاق . وكانت البقايا تتمثـــل فى جمجمة ذات عمر جيولوجى وسط علاوة على فك قرد حديث . وما زال صاحب هذه النكتة غير معروف لنا حتى الوقت الحاضر .



(شكل ١٩)
الانسان الاول

غطاء لأجسامهم ، وعرفوا كيف يوقدون النـار ، بينما استخدم صيادوهم آلات حادة مصنوعة من الحجارة المشكلة .

وعلينا أن نسأل السؤال التالى كاختبار نهائى للصفات البشرية للإنسان الأول ، هل كان يستطيع الـكلام ؟ ويتضح من دراسة فـكوك النياندارثاليين أنهم كانوا لا يقدرون على الـكلام بمعناه المفهوم لدينا ، لذا يجب أن نفترض أنهم ليسوا من الجنس البشرى كلية ، ومن ناحية أخرى ، فإن الـكروماجنـارديون "Cro-Magnards" ، الذين ظهروا لأول مرة فى آسيا خلال الفترة الباردة الأخيرة من العهد الجليدى ثم نزحوا إلى أوربا ، كانوا من بنى الإنسان بدون أدنى شك ، وقد قيل إنه من الصعب التمييز بينهم وبين بعض الأجناس الحديثة الأقل تطوراً . وسرعان ما أخذوا مكان شبيهات الإنسان ، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد تم بعد معارك مريرة ، ولـكن الإنسـان الحقيقى انتصر بفطنته وذكائه ، وفنى شبيه الإنسان .

ويجب ألا نصدر حكما سريعاً بأن الـكروماجنارديين هم أجدادنا المباشرون ، فمن المحتمل أنهم ليسوا كذلك ، وأنهم مثلوا فقط المراحـل الأخيرة من تطور الحيوانات التى كانت تعيش فوق الأشجار فى الحقب الثلاثى . وسواء أكان هذا صحيحاً أو لم يكن فقد

ظهر الرجال الحقيقيون من أجدادنا قبل انتهاء العهد الجليدى بوقت طويل، ثم توصلنا أخيراً إلى العهود التاريخية عندما اختفت الرقائق الجليدية الرئيسية منذ ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد . أما قصة العصر الهولوسينى وما يتبعها من استخدام الإنسان للحيوانات ، وزراعته للأرض ثم تجمعه ليكون الجماعات والأمم ثم الحضارات العظيمة ، فهذه لا تمت إلى علم الجيولوجيا بصلة .

لقد كان تاريخ الارض قصة طويلة رائعة ، وقد وصلنا نحن بنو البشر — إلى مسرح الحياة فى أول الباب الرابع ،وإن كنا لا نعرف كم عدد الأبواب المتبقية للمستقبل . وإذا نظرنا إلى الوراء عبر الماضى السحيق ، أمكننا أن نتخيله كله ابتداء من الكرة الملتهبة الحمراء ، إلى أن يبرد العالم السائل بالتدريج إلى أن تغمره المخلوقات البحرية ، والغمر والانحسار اللذان صاحبا المد والجزر الكبير ، ثم ظهور أول البرمائيات لتتبعها نباتات الغابات الفحمية الشاهقة ثم تجىء الدنصورات الرهيبة ،إلى أن يحدث ذلك التغير المفاجىء الذى قضى عليها ، وفى النهاية ترتفع الثدييات إلى المجد ببطء ، حتى نصل إلى وقتنا هذا .

وقد وجدنا صعوبة كبرى فى قراءة هذا الكتاب ،وربما نكون قد قرأنا بطريقة خاطئة بعض الصفحات المتناثرة هنا وهناك ، ولكن الاتجاه الأساسى قد وضح لنا .

الباب الحادى عشر

فى باطن الأرض

تحدثنا فيما سبق عن الظروف السائدة على سطح الأرض فقط ، وقد تتبعنا القصة منذ الأيام السحيقة للأرض عندما كان عالمنا هذا كتلة ملتهبة حتى وقتنا الحاضر ، ولكنه من الخطأ أن نفترض أن حرارة الأرض الأصلية قد فقـــدت جميعها ، فلا زالت هناك حرارة باقية فى باطن الأرض ، ولازال بودنج عيد الميلاد ساخنا حتى الآن .

وعلى الرغم من أننا نعيش على سطح الأرض، إلا أننا للأسف لا نعلم إلا القليل عما بداخلها وإذا نظرنا إلى هذه المسألة من الناحيـة النظرية فإنه يمكننا أن نحفر بكل بساطة ، ثم نحفر ونحفر إلى أن نخترق القشرة الأرضية كلها ، وإن كان هذا لا يمكن القيام به من الناحية العملية فسمك القشرة الأرضية وحدها يبلغ أكثر من ٤٠ ميلا ، بينما لم تتعد أعمق الحفر التى قام بها الإنسان فى هذا العالم ما ينيف قليلا على عشرين ألف قدم وذلك فى آبار البترول بكاليفورنيا .

وقد أثبتت التجارب العملية شيئاً واحداً ، وهو أن درجة الحرارة ترتفع كلما تعمقنا فى باطن الأرض ، ويبلغ معدل نسبة الزيادة درجة فهرنهيتية كلما تعمقنا خمسين قدماً ، ولكن هذه القيمة ليست ثابتة ، إذ هى أعلى فى بعض الأماكن عن غيرها ، حيث تلعب الظروف المحلية دوراً هاماً .

وإذا استمرت نسبة الزيادة هذه ثابتة حتى نصل إلى مركز الأرض فإن درجة الحرارة المركزية تكون فى مستوى ٤٠٠ ألف درجة ، وهذه الأخيرة تعلو كثيراً عن حرارة سطح الشمس ولكن وجود مثل هذه الحرارة الهائلة يبدو بعيداً عن الاحتمال وإذا كانت الحالة هكذا فعلا فمن المحتمل أن نكون قد شعرنا بها على سطح الأرض ، وعلى كل حال فهناك الكثير من الجدل حول هذه النقطة . ولهذا فإنه من الضرورى أن يقل معدل الزيادة لكل خمسين قدماً كلما تعمقنا فى باطن الأرض ، وربما كانت درجة الحرارة المركزية لا تعدو عدة آلاف قليلة من الدرجات .

والمعروف عن معظم الصخور أنها تنصهر تحت درجة حرارة مماثلة فى الظروف العادية ، ولكن الظروف قرب مركز الأرض ليست عادية بمقارنتها بالمستويات المعروفة لنا ، وتقع كل قطعة من أى مادة تحت ضغط يماثل وزن الطبقات التى تعلوها ، وهكذا

يبلغ الضغط على عمق ٢٥ ميلا عشرة آلاف طن على القدم المربع وتؤدى مثل هذه الظروف إلى تغيير سلوك الصخور ، وإن كنا لانستطيع الحكم تماماً على مدى هذا التغيير وذلك لجهلنا بالقيمة الحقيقية لدرجة الحرارة المركزية .

وإذا كنا لم نتمكن من اكتشاف الحقيقة مباشرة ، وجب علينا أن نستقى معلوماتنا بطرق أخرى ، وأول هذه أهمية أن نعرف كم تبلغ كثافة الأرض : وقد قام بأول تجارب مهمة فى هذا المضمار ، الفلكى الملكى نيفيل ماسكيلين "Nevil Maskelyne" عام ١٧٧٤ . وكان ماسكيلين يعلم ، بطبيعة الحال ، أن كل جزء من مادة له شد من الجاذبية ، وأنه كلما زادت كتلة جسم زادت قوة الشد الكلية لديه. وأفضل طريقة لتوضيح هذه الفكرة أن نتصور أن كرة كريكت قد أسقطت على الأرض ، وقدسقطت الكرة على الأرض لأن الجاذبية الأرضية تشدها إليها ، ولكنه من الصحيح أيضا أن نقول إن الكرة تحاول أن تشد الأرض إلى « أعلى » لتقابلها وبما أن كتلة الأرض أكبر بكثير جدا من كتلة الكرة ، فإن الكرة تتحرك بسرعة بينما لا يمكن بأى حال من الأحوال أن نقيس الشد الطفيف الذى أثرت به الكرة على الأرض حتى لو استخدمنا فى ذلك أكثر الأجهزة حساسية سواء الحاضرة منها أو المستقبلة ، ولكن هذا التأثير موجود فعلا على الرغم من ذلك .

وإذا كان الشد بالجاذبية لكرة الكريكت صغيراً ، فإن الأمر ليس كذلك بالنسبة لجبل، فشد جاذبيته أكبر كثيرا ، وتتلخص طريقة ماسكيلين فى تعليق بندول على مسافة محددة من أحد جوانب جبل اسكتلندى يسمى شيهاليون Schiehallion والذى يشبه الهرم شكلاً . وقد أرغمت قوة شد الجبل البندول على الميل قليلا فى ناحية واحدة ، بدلا من أن يتجه مباشرة إلى أسفل كما كان يجب أن يكون عليه الحال .

وقد استطاع ماسكيلين أن يستخلص من هذه التجربة مايزيده وزن الأرض كاية عن وزن الجبل ، ولما كانت كتلة الجبل معلومة ، فقد أصبح من الممكن إذن حساب كتلة الأرض وبالتالى كثافتها .

ولا حاجة بنا إلى القول بأنه قد أجريت تصحيحات كثيرة فى هذا الشأن لأن نتائج ماسكيلين الأولى لم تكن دقيقة ، ومع ذلك فقد كانت هذه النتائج فى مستوى صحيح . والآن وقد استحدثت طرق أكثر دقة مما سبق، فقد وجد أن الأرض تزن مايعادل خمسة أمثال ونصف كرة من الماء فى نفس حجمها . ومع ذلك فكثافة الصخور السطحية تساوى مثلين ونصفا أو ثلاثة أمثال ونصفا لكثافة الماء، وبالتالى فمن الضرورى أن يكون لب الأرض المركزى أكثر ثقلا من ذلك حتى تصبح الكثافة الكلية للأرض ٥٫٥ ، لذا يجب أن تكون كثافة اللب المركزى متراوحة بين ٨و١٠ .

ومن الغريب أن نعرف أن موجات الزلازل تمثـــل أفضل مصدر لدينـا لاستقاء المعلومات عن باطن الأرض . إذ تتقلص المادة الحارة الواقعة تحت القشرة الأرضية كلما أخذت فى البرودة ، فيتولد نتيجة لذلك شد هائل على القشرة الخارجية الصلبة الذى يظل فى ازدياد حتى يجد مخرجاً ، وهكذا تنزلق الصخور بعضها على بعض أو يتراكم بعضها فوق بعض مما يؤدى إلى حدوث الزلازل. وتحدث الهزة الفعلية عامة على بعد يتراوح بين خمسة أميال وثلاثين ميلا تحت سطح الأرض وإن كان بعضها أعمق من ذلك كثيراً ، ويعرف هـذا الموقع ببؤرة الزلزال . وتنتقل الهزة إلى السطح الواقع فوق البؤرة مباشرة ، ويسمى هذا الموقع من سطح الأرض بالمركز السطحى "Epicentre" . .

ويمكن للأجهزة الحساسة أن تقيس الهزات الزلزالية لمسافات تبلغ آلاف الأميال وقد وجد أن ثلاثة أنواع من الموجات تسرى نتيجة لذلك ، أولها الموجات الدافعة "Push Waves" ويرمز لهـا بالرمز « P » ، وأفضل مثل تقارن به فى حياتنا اليومية هو دراسة تحرك خط من عربات السكك الحديدية عندما توجه قاطرة فترج العربة الأولى الثانية ، ثم ترج الثانية الثالثة وتسير العملية هكذا على طول الخط . أما الموجات الثانيـــة فيطلق عليها الموجات

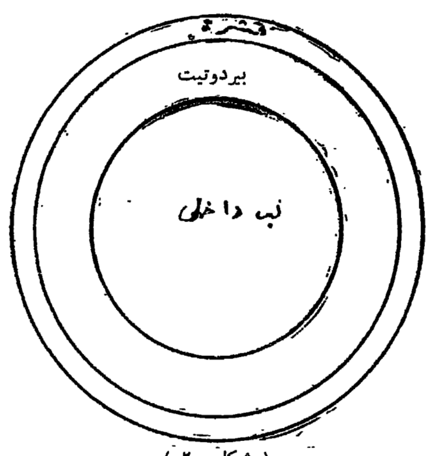
الهزازة[1] "Shake Waves" ويرمز لها بالرمز « S » وهذه تشبه الموجات التى تتخذها حصيرة عندما تهزها من طرف واحد . وأخيراً تأتى الموجات الطويلة Long Waves التى يرمز لها بالحرف L وتنتقل هذه حول محيط الكرة الأرضية وتسبب معظم الخسائر المادية .

وتعتبر الموجات الدافعة أو الأولية أسرعها جميعاً . ولذا فهى أول ما تسجله الأجهزة من موجات لبعدها عن المركز السطحى ، ثم تليها الموجات الهزازة أو الثانوية، ثم تأتى الموجات الطويلة فى النهاية. وعلى الرغم من أن الموجات الدافعة والموجات الهزازة تنتقل خلال الأجسام الصلبة ، إلا أن الموجات الدافعة هى التى تنتقل وحدها فقط خلال السوائل بينما لا تستمر الموجات الهزازة خلال هذا الوسط . فإذا فرضنا أن كلا النوعين من الموجات حاول المرور خلال لب الأرض المنصهر ، فسوف نجد أن هناك مناطق معينة من سطح الأرض لا تصل إليها الموجات الهزازة نتيجة لحجزها فى باطن الأرض بينما تنفذ الموجات الدافعة والطويلة . وقد أوضحت دراسات هذه التأثيرات أن هناك لبّاً مركزياً للأرض

---

(١) يمثل الرمزان "P" ، "S" من الناحية اللفظية الصحيحة اللفظين « أولى Primary" و « ثانوى Secondary" على التوالى بدلا من الدافعة "Push" والهزازة "Shake"

ربما يبلغ قطره ١٠٠٠ ميل لا تستطيع أن تخترقه الموجات الهزازة ولذلك فمن الضرورى أن يكون هذا اللب فى حالة ما من حالات السيولة ، ويبدو أنه يتكون من الحديد أو الحديد والنيكل .



(شكل ٢٠)
قطاع عرضى فى الارض

وهكذا يمكننا أن نرسم صورة معقولة جداً لما تتكون منه الأرض ، وإذا بدأنا من السطح وتعمقنا فى الداخل فإننا نصادف أولا القشرة الأرضية التى تتراوح فى السمك من ٤٠ إلى ٥٠ ميلا وتتكون من جرانيت تعلوه صخور رسوبية . ثم توجد تحت

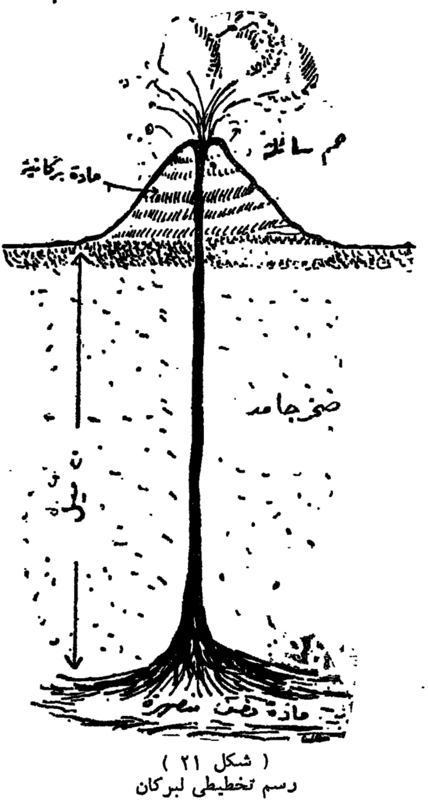
القشرة الأرضية طبقة يبلغ سمكها ٦٠٠ ميل وتتكون غالباً من صخر يسمى البيريدوتيت Peridotite ، ثم تليها طبقة من مادة حجرية تمتد إلى عمق يقرب من ٢٠٠٠ ميل نصل بعدها إلى لب الأرض الذى يتكون غالباً من الحديد أو الحديد والنيكل ·

وإذا كان للزلازل فوائدها فإنها يمكن أيضاً أن تكون شديدة التخريب خصوصاً إذا كان مركزها السطحى يقع تحت البحر حيث تؤدى إلى إحداث أمواج هائلة فى البحر . وقد عانت بعض المدن — مثل يوكوهاما فى اليابان ولشبونة فى البرتغال — الكثير من جراء هذه الأمواج فيما مضى . وتنحصر الزلازل أساساً فى مناطق معينة وتعتبر اليابان من أسوأ هذه المناطق حالا . أما فى بريطانيا فكثيراً ما يشعر الناس بهزات خفيفة ، وربما كان أعنف ما سجل منها فى بريطانيا ذلك الزلزال الذى حدث فى ديسمبر سنة ١٨٩٦ فى هيرفوردشير حيث عم التدمير مساحة تقدر بعدة مئات من الأميال المربعة وإن لم يحدث لحسن الحظ خسائر فى الأرواح .

ويمكننا دراسة المواد الموجودة فى داخل الأرض فى بعض المناسبات وذلك عندما تقذف البراكين النشطة، تلك الجبال المشتعلة، ببعض هذه المواد . وقد سميت البراكين بصمامات الأمن لأنها تعتبر إحدى وسائل تسرب الغازات الساخنة جداً وكذلك مواد الصخور المنصهرة أو الصهير "Magma" الموجودة تحت الجزء العلوى

من القشرة الأرضية . وتوجد بعض البراكين فى حالة ثوران مستمر مثل بركان سترومبولى الشهير الواقع فى البحر الأبيض المتوسط ، كما أن هناك براكين أخرى تنتابها انفعالات عرضية عنيفة تتبعها فترات طويلة من الهدوء النسبي ومثال ذلك بركان فيزوف الذى يعتبر أكثر شهرة من سابقه سترومبولى . هذا وقد توقف نشاط بعض البراكين كلية منذ زمن طويل ، وتسمى فى هذه الحالة بالبراكين الخامدة . ويوجد بعض هذه الأخيرة حتى فى بريطانيا نفسها ، وربما كان الريكين بمقاطعة شروبشير ، الذى يبلغ ارتفاع قمته المتواضعة أكثر قليلا من ألف قدم ، بركانا فى وقت من الأوقات وإن كان التأكد من هذه النقطة عسيراً .

ويوضح الشكل رقم ٢١ الثوران البركانى ، إذ توجد طبقة من مادة حارة ونصف منصهرة على عمق ٢٠ ميلا على الأقل . ويزداد الضغط تحت الحشو الجامد فى ممر البركان الذى يعتبر بمثابة صمام أمن ، وعندما يصل الضغط إلى حد معين يقذف البركان بهـــذا الصمام ثم يبدأ فى ثورانه وتندفع الحمم من فوهته ثم يسقط جزء منها على شكل كتل كبيرة من الخبث ، بينما تنساب الحمم السائلة ، كما تتطاير بعض كتل كبيرة من الصهير عاليا فى الهواء حيث تنفجر لما تحويه من بخار الماء المحبوس بداخلها ، وتسمى هذه بالقنابل البركانية . وتتكوم المواد الناتجة حول فم الممر لتكون شكلا



(شكل ٢١)
رسم تخطيطي لبركان

مخروطياً ، ثم تبرد الحمم عندما يتوقف اندفاع الغاز من البركان ، ويعود الحشو الجامد أو الصمام إلى التكون مرة أخرى ، وبذا ينتهى هذا الثوران البركانى .

ويعتبر بركان فيزوف أشهر براكين العالم جميعها ، ويقع قرب نابولى بإيطاليا . وقد ساد الاعتقاد بأنه بركان خامد حتى عام ٦٣ بعد الميلاد إذ اتخذ العبيد الرومان تحت زعامة سبارتا كاس من من فوهته مأوى لهم وملاذاً أثناء ثورة العبيد المشهورة فى عام ٧٢ قبل الميلاد حيث هاجمهم جنود أنزلوا إلى داخل الفوهة بعد تسلقهم الحائط . وقد حدثت بعض الهزات الخفيفة فى عام ٦٣ م ، وقد شعر بها السكان المجاورون ولكنهم لم ينزعجوا كثيراً لما حدث . ثم جاءت الكارثة فجأة فى أغسطس من عام ٧٩ ميلادية فقد ازدادت الهزات وانتهت بانفجارات مروعة أطارت بنصف مخروطه فى الهواء ، وانطلقت الأبخرة والغازات وانهمر الرماد الحار فى جميع الجهات ، وقد دمرت المدينتان التعيستان ، بومبى وهيركيولانيوم تدميراً شاملا وطوت صفحة الموت الكثير من سكانهما . وكان الكاتب الرومانى المشهور بلينى الأكبر أحد الذين ماتوا فى هذه الكارثة .

ومنذ هذا الوقت وثوران بركان فيزوف يجرى فى مواعيد غير منتظمة وإن كان لم يصل بعد إلى الدرجة التى حدث بها فى عام ٧٩

ميلادية . ويمكننا تسلق المخروط عندما يكون البركان نفسه فى حالة سكون ، ولا بد من أن نأخذ حذرنا فى ذلك الوقت من تلك الغازات الرديئة التى تتصاعد من فوهته . وهناك بركان إيطالى آخر يعرف ببركان أطنة Etna الذى يعتبر فى حالة ثوران مستمر منذ عام ٤٠٠ قبل الميلاد ، وكثيراً ما يتطاير الجزء العلوى من المخروط ليتكون مرة أخرى . وقد انهارت قمم الجبل ذات مرة خلال عام ١٦٦٩ ، وابتلعت أنهار الحمم خمس عشرة مدينة وقرية . وبركان سترومبولى ، الذى يقع فى جزر ليبارى فى البحر الأبيض المتوسط ، ماهو فى الحقيقة إلا جزيرة قطرها خمسة أميال ولها مخروط يبلغ ارتفاعه نصف ميل ، ويتسرب البخار باستمرار من فتحة فى أحد جوانب الجبل على ارتفاع يقل عن القمة بحوالى ألف قدم ، كما ترمى هذه الفتحة بالمواد بعيداً فى البحر وتضىء الحمم المتوهجة سحب البخار التى تحلق حول الجبل ، ولذا يسمى سترومبولى « بفنار البحر الأبيض المتوسط » .

وكان أسوأ ثوران بركانى سجله التاريخ المكتوب ذلك الذى حدث فى ٢٧ أغسطس من سنة ١٨٨٣ فى جزيرة كراكاتوا Krakatoa الواقعة بين جاوة وسومطرة . وقد تطاير ثلثا الجزيرة ، وأغرق البحر الموقع الجبلى حتى أصبح تحت عمق يزيد عن ألف قدم ، وكان الضجيج يسمع عالياً فى جزيرة سيلبس

Celebes التى تبعد أكثر من ٩٠٠ ميـل عن كراكاتوا حيث أرسلت السفن إلى عرض البحر لترى ما إذا كانت هناك سفن قد تهشمت نتيجة لذلك . وقد انطلقت الأبخرة والغبـار إلى ارتفاع يبلغ عشرين ميلا ، وعلقت بالغلاف الجوى العلوى لمدة تنيف على سنتين مكونة حلقات جميلة سحرية حول قرصى الشمس والقمر ، كما قذف البركان الثـائر كتلا من الحجارة تزن كل منها حوالى الخمسين طناً لعدة أميال إلى داخل الجزيرة ، وغرق أكثر من ثلاثين ألف نسمة من جراء موجات المد والجزر ، التى سببتهـا هذه الهزة .

ويقارب ما سلف فى السوء ثوران سنة ١٩٠٢ لبركان مون بيليه الذى يقع فى مارتينيك إحدى جزر الهند الغربية الفرنسية . وقد ازداد نشاط البركان فى أبريل من ذاك العام ، وتصاعدت الغازات المشحونة بالكبريت لدرجة نفقت معها الحيوانات بمدينة سان بيير التى تبعد خمسة أميـال عن البركان . وفى الثامن من شهر مايو انطلقت فجأة سحابة سوداء هائلة من فوهته فدمرت مدينة سان بيير وخربتها تماماً ، واشتعلت الحرائق فى المبـانى إما بفعل الغازات الساخنة أو بفعل الصخور الملتهبة التى حملتها هذه الغازات ، ثم أمطرت السماء طينا وحجارة بعد دقائق قليلة فقضت على البقية البـاقية من المدينة التى لم ينج منها سوى اثنين من سكانها الذين كان يبلغ عددهم

ثلاثين ألفا ، وعندما أمكن الاقتراب من فوهة البركان مرة أخرى تبين أن مخروطا طويلا يعلوه ، ويحيط به حلزون من الحمم البركانية الجامدة .

وتعتبر براكين « أرض النار الأزلية » بهاواى أشد بهاء وأقل تخريباً من البراكين السالفة الذكر . ويوجد بركانان فى جزيرة هاواى نفسها هما « مونا لوا Mauna Loa » و « كيلاويا Kilauea » وتتكون فوهة كل منهما من سلسلة من السلالم تؤدى إلى قاعدة من الحمم الجامدة التى تبدو مثل سقف يغطى ما تحتها من نيران . وعندما يحدث ثوران بركانى ترتفع القاعدة إلى أعلى ويظهر بها شقوق تخرج منها نافورات من اللهب ، ثم تندفع الحمم من جوانب الفوهة وتتدفق فى اتجاه البحر على شكل نهر مياهه مواد منصهرة حمراء .

أما البراكين الأكثر اعتدالا فتتخذ شكل الفوارات والينابيع الساخنة وتوجد فى أماكن متباعدة مثل أيسلندة ونيوزلندة . وقد شوهد فعلا مولد بركان فى حالة أو حالتين . ففى العشرين من شهر فبراير سنة ١٩٤٣ كان هناك فلاح مكسيكى يحرث فى حقله ، عندما اهتزت الأرض من تحته ، ثم تشققت وظهرت بها فتحات ، أخذ يتصاعد منها الدخان . وقد جد الفلاح فى الجرى طلباً للنجدة ، كما يحدث عادة فى مثل هذه الأحوال ،

ثم رجع بعد ربع ساعة ليرى أن البركان قد تقدم فى الثوران فعلا ، وفى صبيحة اليوم التالى كان البركان الجديد يبلغ ثلاثين قدماً فى الارتفاع ثم أصبح ألف قدم خلال العام الأول من عمره . وقد أطلق على هذا البركان اسم باريكوتين Paricutin الذى ما يزال نشطاً حتى الوقت الحاضر .

ومن حسن حظ البريطانيين أنه لا يوجد فى بريطانيا مثل هذه الانفجارات المروعة ، حيث القشرة الأرضية ثابتة نسبياً ، ولكن الحال لم يكن كذلك فيما مضى ، ففى أعماق الماضى السحيق كان فى بريطانيا ، أو على الأصح فى موقعها ، براكين وزلازل أيضاً . وتذكرنا الكوارث مثل تلك التى حدثت فى كاراكاتوا والثورات المفاجئة مثل ثورة باريكوتين بأن الأرض ما زالت عالما نشطا ، وربما كانت الآن أقل عنفا عما كانت عليه فيما مضى ولكنها ما زالت على قدر كبير من الحياة .



الباب الثانى عشر

الغلاف الجوى

مما لا شك فيه أن الهواء يعادل فى أهميته اليابسة أو البحر إذا نظرنا إلى هذه المسألة من وجهة نظرنا الخاصة، ونحن نعيش فى محيط من الغلاف الجوى تماما كما تعيش السمكة فى محيط من الماء وبدونه لانستطيع البقاء على قيد الحياة ولو للحظة واحدة .

ونميل نحن بنو البشر إلى تناسى وجود الهواء لأننا لا نتمكن عادة من رؤيته إلا إذا تراكم ضباب أو غبار كثيف ، وإن كنا مع ذلك نسمع ونحس بتأثيراته بسهولة ، فإذا ثنيت راحة يدك وأدرتها بسرعة فإنك ستحس بطردها للهواء ، وبالمثل إذا أمسكت بعصا من الخيزران وأرجحتها فى الهواء بسرعة فسوف تحدث حفيفا عاليا لأنها تزيح الهواء من طريقها .

ويتكون الهواء ، مثله فى ذلك مثل كل الغازات ، من ذرات ومجموعات للذرة أو جزيئات ، ومع ذلك فالهواء ليس عنصراً ، بل يتكون من خليط من غازات مختلفة أساسها الأكسجين والنيتروجين ويساهم النيتروجين بأكبر نسبة فى تكوين الهواء إذ يمثل ٧٨ ٪

من الغلاف الجوى ، ولكن أكثر هذه الغازات أهمية من وجهة نظرنا الخاصة الأكسجين الذى يجب أن نستنشقه لنعيش، كما يوجد بالإضافة إلى ماسبق كميات ضئيلة من عناصر أخرى مثل الأرجون وكذا قليل من ثانى أكسيد الكربون . ومن المؤكد أن غاز ثانى أكسيد الكربون كان أكثر توافراً قبل عهد الغابات الفحمية عما هو عليه الآن، وقد تسببت النباتات الخضراء فى التخلص من معظم هذا الغاز وإحلال الأكسجين النقى محله .

وكان يظن أن الغلاف الجوى يملأ الفضاء كله ، ويمتد إلى ماوراء النجوم ، ولكننا نعرف الآن أن هذا من الخيال . وإذا رسمنا شكلا تخطيطيا بمقياس معين تمثل فيه الكرة الأرضية فى حجم بيضة كروية لكان سمك الغلاف الجوى مساويا على وجه التقريب لقشرة البيضة . ولا يتبقى إلا القليل من الذرات والجزيئات على ارتفاع يزيد على حوالى ١٢٠ ميلا حتى إن هذه لاتبدى أى مقاومة على الإطلاق ، وبهذا نكون قد وصلنا إلى الفضاء الحقيقى ، على الرغم من استمرار وجود آثار للغلاف الجوى إلى ارتفاع قد يبلغ ألفا من الأميال .

ويرجع الفضل للعلماء العرب فى أنهم كانوا أول من أدرك أن الهواء محدود منذ ٩٠٠ سنة مضت ، ولكنهم بطبيعة الحال ،

لم يتمكنوا من إجراء أى تجارب عملية فى هذا الشأن، إذ لم يتمكنو من الارتفاع فى الهواء واكتشاف ذلك بأنفسهم . وحتى عندما اخترعت البالونات فى أواخر القرن الثامن عشر، لم يكن من الممكن الارتفاع إلى أكثر من ميل أو ميلين . ويرجع تاريخ الحصول على أول معلومات عن طبقات الجو العليا إلى عام ١٨٩٨ فقط ، عندما بدأ العالم الفرنسى تيسيرينك دى بور سلسلة من التجارب الهامة باستخدام بالونات لاقائد لها وتحمل أجهزة فى نفس الوقت .

وقد تبين أن الهواء يصبح أكثر برودة وتخلخلا كلما زاد ارتفاعنا فيه . ويقدر معدل الانخفاض فى درجة الحرارة أو نسبة البرودة بما يقرب من ثلاث درجات فهرنهيتية كلما ارتفعنا ألف قدم . والواقع أنه لو وقف رجل على قمة جبل ارتفاعه ألف قدم فسوف يكون أقرب نسبيا إلى الشمس منه لو وقف فى مستوى سطح البحر ، ولكن هذه الألف قدم لاتعتبر شيئا يذكر ويمكن تجاهلها لو قورنت بالمسافة بين الشمس والأرض والتى تبلغ ٩٣ مليون ميل ، والحقيقة أن أشعة الشمس لا ترفع درجة حرارة الجو مباشرة بل تسقط هذه الأشعة على الأرض بعد اختراقها للغلاف الجوى فترتفع بذلك درجة حرارة الأرض التى تشعها بدورها بطريقة مختلفة وتنقلها بذلك إلى الجو . ولما كان ارتفاع درجة حرارة الجو يرجع إلى تدفئة هذا الأخير بواسطة الأرض ،

كان من الحتمى أن تنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا فى الهواء ، وهذا هو مايحدث بالفعل وإن كانت هناك عوامل أخرى يجب أن تؤخذ أيضا فى الاعتبار .

وقد أوضحت الأجهزة التى أطلقت فى بالونات دى بور أن الحرارة تستمر فى الانخفاض — كما هو متوقع — حتى تصل إلى ارتفاع يبلغ حوالى سبعة أميال حيث تنخفض درجة الحرارة إلى ٧٠ فهرنهيتية . ولم تسجل الأجهزة أى اضطراد فى البرودة بعد تجاوزها للسبعة أميال فى الارتفاع . هذا وقد دلت التجارب اللاحقة على وجود حزام ذى درجة حرارة أكثر ارتفاعا فعلا على ارتفاع يقرب من ثلاثين ميلا ويرجع ذلك إلى وجود طبقة من الأوزون وهو أحد الأشكال الخاصة للأكسجين يمكنها امتصاص بعض من أشعة الشمس .

والمعنى العلمى لدرجة الحرارة Temperature يخالف تلك الفكرة العادية التى لدينا عن الحرارة Heat ، إذ تعنى مجرد تطاير الذرات والجزيئات بسرعة كبيرة ، لذا فمن صحيح القول أن الحزام الموجود على ارتفاع ثلاثين ميلا يعتبر « حارا » من الناحية العلمية ، كما أنه يصح أيضا أن نقول إنه لو تمكنا من الدخول فى هذا الحزام فلن نشعر بالدفء على بشرتنا ولو أن بالونا ارتفع إلى هذا الحزام المرتفع فى درجة حرارته فلا خوف عليه من الاحتراق بالتبعية .

وهكذا أمكن ، تدريجا ، رسم صورة يعتمد عليها لغلافنا الجوى بطبقاته المختلفة التى يتكون منها ، ويبدو أنه مكون من سلسلة من « قشور » مثل قشور البصل ، وإن كانت حدود القشور الخاصة بالغلاف الجوى غير واضحة المعالم كما أن لكل « قشرة » اسمها الخاص . وتعرف أكبر هذه القشور حيث نعيش باسم التروبوسفير Troposphere وتحوى السحب المألوفة وظواهر أخرى مماثلة وتنتهى عند ارتفاع يقرب من سبعة أميال . وتعلوها التروبوبوز Tropopause ، ثم نصل إلى تلك المنطقة التى فحصها دى بور وسماها بالاستراتوسفير Stratosphere الذى ينتهى بدوره عند ارتفاع يتراوح من ٦٠ إلى ٧٠ ميلا ، ويتبعه بعد ذلك الأيونوسفير Ionosphere وتبدأ آخر هذه القشور ألا وهى الاكسوسفير Exosphere الذى يبتدىء على ارتفاع يقرب من ١٢٠ ميلا وليس له حد علوى مؤكد ، بل يظل يختفى بالتدريج حتى لا تتبقى جزيئات هواء على الإطلاق .

وكان العالم البلجيكى الشهير الأستاذ بيكار أول من قام باكتشافات فى الاستراتوسفير إذ ارتفع بالون خاص فى السابع والعشرين من مايو عام ١٩٣١ حتى وصل إلى ارتفاع ٩¾ من الأميال ، وكانت هذه الرحلة فى الواقع محفوفة بالمخاطر ومليئة بالأحداث . وقد بدأ بيكار رحلته من مدينة أوسبيرج وسرعان ما قذفته الرياح

فوق جبال الألب مباشرة وأخيرا هبط فوق إحدى الثلاجات الجبلية ، وقد وصل الأستاذ بيكار فى السنة التالية إلى ارتفاع عشرة أميال و نصف وتمكن من الهبوط فى مكان مناسب فى أحد سهول إيطاليا . وبعد مرور ثلاث سنوات جرت خلالها عدة محاولات لجماعات مختلفة وحدثت كارثة أو كارثتان: تمكن اثنان من الأمريكيين هما ستيفنز وأندرسون من الوصول إلى ارتفاع أربعة عشر ميلا تماما ، وظل هذا رقما قياسيا للبالونات التى يقودها إنسان .

ومن الأشياء غير المألوفة عن السماء كما ترى من مثل هذه الارتفاعات أن لونها يختلف عن لون السماء التى نعرفها . فالشمس ترسل أشعتها التى تتكون من جميع الألوان، وبينما نجد أن الأشعة الحمراء والصفراء يمكنها اختراق طبقات الهواء الكثيفة ، نرى الأشعة الزرقاء وقد انعكست فى السماء فتعم الزرقة . وفى طبقات الجو العليا لانجد من الهواء مايكفى لانعكاس اللون الأزرق انعكاسا جيداً ، فيعتم لون السماء متدرجا من اللون البنفسجى إلى الرمادى ثم أخيرا إلى اللون الأسود ، ومن الضرورى أن تكون السماء مظلمة تماما فى الفضاء الخارجى على ارتفاع يزيد على عشرين أو ثلاثين ميلا حتى ولو كانت مجاورة للشمس .

وقد بلغت البالونات التى لا يقودها بشر ارتفاعات أكثر من تلك التى تمكن ستيفنز وأندرسون من الوصول اليها . وقـــد

استخدمت فى السنوات الأخيرة طريقة حديثة لاستكشاف الاستراتوسفير ، بل والايونوسفير أيضاً ، ويتمثل ذلك فى استخدام القوى الصاروخية . فقد تمكنت طائرات صاروخية من الارتفاع إلى ٨٥٠٠٠ قدم ، بينما وصلت الصواريخ التى لا يقودها بشر إلى ارتفاع يبلغ ٢٥٠ ميلا . ويمكننا أن نقول إننا قد وصلنا إلى الفضاء الحقيقى فى الحالة الأخيرة ، لأن الهواء مخلخل جداً على ارتفاعات تزيد على ١٢٠ ميلا حتى إنه لا يسبب أية مقاومة تذكر .

وقد أمدتنا الأبحاث الصاروخية بمعلومات كثيرة عن الطبقة العليا ويعتبر الأيونوسفير ، مثلا ، على جانب كبير من الأهمية لوجود « طبقات عاكسة » به ، والتى تعيد إرسال موجات الراديو ثانية ، فتدخل بذلك الاتصالات اللاسلكية الطويلة المدى فى حيز الإمكان . وقد بدأت هذه الأبحاث منذ سنين قليلة خلت ، ولكنها حققت بالفعل نتائج باهرة ، وتستجد اكتشافات عديدة فى هذا المجال كل عام .

ويحمينا الغلاف الجوى من الأخطار المختلفة للفضاء الخارجى علاوة على ما يمدنا به من أكسجين . فمثلا طبقة الأوزون فى الاستراتوسفير تمنع عنا نوعاً معيناً من إشعاعات الشمس الضارة التى لو وصلت إلى الأرض لمحت الحياة من على وجهها ، كما أن عمق الغلاف الجوى الكبير يمنع تعرضنا للأشعة الكونية التى تعتبر

من أسوأ أنواع الجزيئات الغريبة ذات السرعة الكبيرة والتى ما زال كنهها غامضاً إلى الآن ، كما يرد الغلاف الجوى الواقى كذلك النيازك أو الشهب وهى أجسام صخرية صغيرة تدور حول الشمس .

ولا يوجد ما يعوق شهابا من الحركة طالما كانت هذه الحركة تحدث فى الفراغ الخالى من الهواء ، ولكن عندما يقترب شهاب من الأرض فإنه ينجذب تجاهها بفعل شد الجاذبية الأرضية . وحالما يدخل شهاب منطقة المقاومة التى تقع تحت ارتفاع ١٢٠ ميلا ، فإنه يحتك بجزيئات الهواء ، ومن ثم ترتفع حرارته حتى يصبح ساخناً ثم ينفجر مشتعلا ، وهذا ما نعنى « بالشهاب » . وتشتعل معظم الشهب بمجرد سقوطها إلى ارتفاع ٧٠ أو ٦٠ ميلا ، بينما تقاوم قلة منها من ذات الأحجام الكبيرة حتى تصل إلى سطح الأرض ، ونجدها فى النهاية على شكل كتل صخرية تعرف بالأحجار السماوية أو النيزكية . وقد سقط واحد منها فى سيبريا عام ١٩٠٨ وكان يتميز بحجم كبير ، فأدى إلى إسقاط أشجار الغابات على الأرض فى منطقة يبلغ نصف قطرها خمسين ميلا عن مركز سقوط هذا الحجر السماوى .

ولولا الهواء لظللنا نعانى طوال الوقت من الهجمات النيزكية ، ولأصبحت الحياة على سطح الأرض جحيماً لا يطاق ، ولكن

نظرا لوجود ذلك الحجاب الجوى فليس هناك مايدعو إلى الخوف من أن تسقط إحدى هذه الصخور على أم رأسنا ، ولم يحدث فى التاريخ أن أصابت الشهب غير أربعة أو خمسة أفراد .

ويعتبر الشفق القطبى أو الأضواء الشمالية ، دون جدال ، أكثر ظواهر طبقات الجو العليا جمالا . وترجع هذه الأضواء إلى جزيئات مكهربة تنبعث من الشمس ثم تنجذب نحو قطبى الأرض المغناطيسيين ، فتصطدم بالغلاف الجوى العلوى مسببة وهجاً رائعاً ، ويكاد الشفق القطبى يرى طوال الوقت فى أقصى الشمال وأقصى الجنوب عندما تكون الشمس تحت مستوى الأفق ، أما فى انجلترا مثلا فهو أقل ظهوراً ويرجع ذلك لبعدها عن القطب المغناطيسى ، ولكن بعض هذه الظواهر المتألقة يمكن مشاهدتها بين الحين والحين ، ومثال ذلك ما شاهده سكان جنوبى إنجلترا من توهج السماء كلها فى السادس والعشرين من يناير لعام ١٩٣٨ حتى اعتقد معظم الناس أن حريقاً قد شب فى لندن .

ودراسة طبقات الهواء الدنيا بما فيها من عواصف وضباب وأعاصير تتبع علم دراسة الطقس أو علم الأرصاد الجوية ، وتحتاج إلى إفراد كتاب مستقل لها . ومع ذلك ، فإذا ما تكلمنا عن كوكبنا هذا فيجب ألا ننسى أن الغلاف الجوى يشكل جزءاً هاماً منه ، وبدون الهواء ما كانت الحياة لتبدأ ، وما كانت قصة الأرض لتسطر .

الباب الثالث عشر

عالم الأرض

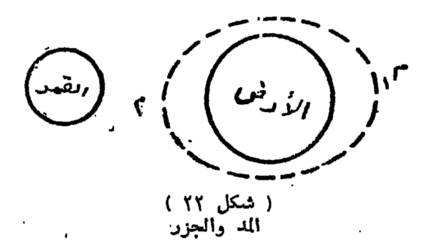
عندما ننظر عبر مساحة مستوية ممتدة من الأرض كشاطيء رملي أو سهل عشبي ، فإننا ندرك السبب الذى من أجله اعتقد أجدادنا الأولون أن الأرض مسطحة . ولقد عرفنا منذ زمن بعيد فعلا أن الأرض كروية ، بل إن عالما إغريقيا يدعى إراتوسينيز ، الذى عاش عام ٢٥٠ قبل الميلاد ، استطاع أن يقيس حجم الأرض بدقة كبيرة ، ومع ذلك فقد كان الاعتقاد السائد فى ذلك الوقت أن الأرض مركز الكون وأن الشمس والقمر والأجسام السماوية الأخرى تدور حولها مرة كل يوم ، ولم يثبت خطأ هذه الفكرة إلا منذ ٤٠٠ سنة فقط .

ومن السهل إيضاح السبب الذى من أجله تبدو الأجسام السماوية ظاهريا وكأنها تدور حول الأرض مرة كل يوم . ومن المعروف أن الأرض تدور حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران هو الذى يسبب الدوران الظاهرى للشمس والنجوم . ويشير محور الأرض شمالا فى السماء إلى نقطة قريبة من النجم القطبى ، ولذا يبدو هذا النجم وكأنه ثابت فى مكانه وكل شيء عداه

يدور حوله . وينطبق هذا على الشمس أيضاً ، ولكن النجوم تختفى فى أثناء النهار بداهة بتأثير الوهج الشمسى. ولا يمكننا أن نرى النجم القطبي جنوبى خط الاستواء لأن الكرة الأرضية نفسها تقف عائقاً فى الطريق ، ولا يوجد نجم قطبي لامع فى الجنوب، وأقربها ذلك النجم الخافت الذى يعرف باسم سيجما أوكتانتيس

والقمر هو الجسم الوحيد الذى يدور حقاً حول الأرض ، وهناك احتمال كبير بأنه لم ينفصل من الأرض بل كان على الدوام كرة منفصلة عنها كما سبق أن ذكرنا . ومع ذلك، فالقمر أقرب جار إلينا فى الفضاء ، ولكونه هكذا قريبا جداً فإن تأثيره كبير على الأرض ويعتبر على وجه الخصوص السبب الرئيسى للمد والجزر .

والطريقة المثلى لتفسير المد والجزر هى أن نتخيل الأرض مغطاة تماماً بمحيط ضحل متجانس العمق كما هو موضح بالشكل



(شكل ٢٢)
المد والجزر

رقم ٢٢ . والقمر قوة شد كبيرة ناتجة عن جاذبيته ، حتى إن المياه تتكوم وترتفع عند النقطة م الواقعة تحته مباشرة ، كما تحدث كومة أخرى مماثلة فى الجانب المقابل للأرض عند النقطة م١ .

وإذا نظرنا إلى الشكل رقم ٢٢ فإننا نرى أنه لم يرسم بمقياس رسم معين ولذلك تظهر طبقة الماء أكثر عمقاً عما تكون عليه فى الحقيقة .

ولا تتحرك كومة المياه هذه بدوران الأرض حول محورها ، بل تحاول أن تظل باقية تحت القمر . وينتج عن ذلك أن تبقى كومات المياه حيث هى بينما تدور الأرض ، وهكذا تسير هذه الكومات حول سطح الأرض مرة فى كل دورة ، ويتكرر المد العالى تبعاً لذلك مرتين كل يوم .

ولما كان القمر يتحرك فى مساره فإن كومات المياه ذاتها لا تبقى ساكنة بل تتحرك هذه ببطء متتبعة القمر ، ويتأخر حدوث المد العالى خمسين دقيقة فى المتوسط كل يوم فى أى ميناء .

فالأرض ليست محاطة كما نعلم بطبقة مائية من هذا القبيل ، فبعض المحيطات أعمق بكثير من غيرها ، كما أن كتل اليابسة

تتداخل مع السريان المنتظم للمياه ، ولذلك فإن المد والجزر ليسا متجانسين كما لو كانا يحدثان فى كوكب مغطى بالمحيط تماماً . كما يجب أن يؤخذ فى الاعتبار التأثيرات المحلية التى قد تكون بارزة، ومثال ذلك ما يحدث فى سوثهامبترن حيث يتتابع مدان عاليان فى إثر بعضهما البعض نظراً للشكل الذى يتخذه الساحل ولوجود جزيرة وايت .

والمد والجزر الناتجان عن تأثير الشمس أضعف بكثير من اللذين يسببهما القمر ، ولكن ، على الرغم من هذا فلهما تأثير يجب أن يؤخذ فى الاعتبار . وعندما يكون جذب الشمس والقمر فى اتجاه واحد فإن ذلك يؤدى إلى حدوث مد عال أو ينبوعى، وعندما يكون جذب الشمس متعامدا على جذب القمر يحدث المد المحاقى الذى يعتبر أقل عنفا من سابقه ، وعلاوة على ذلك ، فالأراضى مثل البحار تظهر فيها تأثيرات مدية وجزرية ، وإن كان لا يمكن ملاحظتها بداهة بدون أجهزة خاصة غاية فى الدقة والحساسية ، كما يوجد هناك بالمثل مد وجزر فى الغلاف الجوى أيضاً .

ولكى نأخذ فكرة حقيقية عن مكانة الأرض بالنسبة للكون فى مجموعه ، فإنه من الطريف أن نقارنها أولا بكواكب المجموعة الشمسية ، وسوف نجد أن أربعة منها كبيرة جداً ألا وهى المشترى وزحل وأورانوس ونبتيون ، وأن المشترى وحده يساوى حجم ١٣٠٠ أرض مثل أرضنا هذه ، بينما تبلغ الزهرة نفس حجم الأرض

تقريبا ، أما المريخ وبلوتو وعطارد فهى أصغر دون شــــك .
والكواكب الكبيرة باردة لا تغرى بالبقاء عليها وغلافها الجوى
سام، أما عن بلوتو وعطارد فهما صغيران حتى أنهما قد فقدا معظم
الهواء الذى كان يحيط بهما فى يوم من الأيام ، وعموما فالزهرة
والمريخ أقرب شبها للأرض من غيرهما ، والمريخ أبعد عن الشمس
ويعادل قطره حوالى نصف قطر الأرض ، وهو لهذا كرة جافة
باردة ، أما غلافه الجوى ففقير فى الأكسجين حتى إننا وصلنا إلى
نتيجة بأنه لا يمكن لأى شىء أن يعيش هناك سوى بعض النباتات
الدنيئة . أما الزهرة فله مشكلة خاصــة ، إذ كان من المنتظر أن
تكون ظروفه مشابهة للظروف السائدة على الأرض لأنه فى نفس
حجم الأرض وكتلتها تقريبا ، ولكن الحال ليس كذلك ، فغالبية
الغلاف الجوى للزهرة يتكون من غاز ثانى أكسيد الكربون ،
كما أن من الضرورى أن يكون سطحه مرتفع الحرارة . والواضح
أنه لا يوجد نباتات خضراء هناك لتأخذ ثانى أكسيد الكربون
وتعطى غاز الأكسجين بدلا منه ، ولذا فمن المحتمل أن يكون
كوكب الزهرة سائراً الآن فى ظروف مشابهة لتلك التى مرت بها
الأرض إبان العصر الكمبرى وقت أن كان العالم تنتشر فيه رقع
واسعة من المحيطات الدافئة توشك بوادر الحياة على الظهور بها .
ولن نكون متأكدين من هذا إلا إذا عرفنا كيف نعبر الفضاء ،
وليس هناك من سبيل للوصول الى الزهرة إلا بعد مضى سنوات

عديدة ، ولا شك أن اكتشاف حقيقة هذا الكوكب سوف يكون مشوقا للغاية .

وإذا خرجنا عن نطاق المجموعة الشمسية فإننا نصادف النجوم ، ويعتبر كل نجم منها شمساً مستقلة ، وربما كان لبعض هذه الشموس كواكب تدور حولها ، ومن المحتمل أيضاً أن نجد أراضى مثل أرضنا عليها بشر غيرنا ولكن المسافات التى تفصلنا كبيرة جداً حتى إننا لن نستطيع التأكد من هذا بكل دقة . ومع ذلك فإنه مما يبعث على السرور أن نفكر بأنه من المحتمل ألا نكون وحدنا فى هذا العالم .

ولهذا فالأرض ليست مهمة إلى ذلك الحد الذى كنا نعتقده ، فى وقت من الأوقات ، فما هى إلا كوكب صغير يدور حول نجم عادى ، ولا يوجد فيها مايثير الغرابة اللهم إلا توافر تلك الظروف المناسبة لنشأة الحيوانات والبشر .

* * *

الباب الرابع عشر

نظرة إلى المستقبل

لقد تتبعنا قصة الأرض عبر الزمان ، ولم يتبق لنا إلا أن نرى ماذا يمكن أن يحدث فى تاريخها المقبل ، ونتنبأ بما يحتمل أن يحدث خلال ملايين السنين القادمة .

وعلى الرغم من خمود النشاط البكر للأرض،إلا أنه من المؤكد أن الثورات البركانية والزلازل وحركات تولد الجبال وغيرها من الاضطرابات سوف تستمر وقتاً طويلا . وسوف تتقدم البحار وتتقهقر ، وسوف تغمر المياه بعض اليابسة ، وترتفع الطبقات المترسبة فى البحر لتأخذ مكانها على وجه البسيطة ، وربما تتصل بريطانيا بأوربا مرة أخرى ، ويصبح بحر الشمال يابسة مثلما كان فى الماضى ، كما ترتفع أجزاء من جوندوانالاند القديمة من تحت سطح الماء . ولن تكون خريطة الأرض بعد مائة مليون سنة كما هى الآن ، وسوف تأتى العهود الجليدية أيضاً مع ما يتخللها من فترات طويلة دافئة المناخ ، وسيتطور ويتغير الإنسان والحيوان مثلما حدث فى الماضى .

وهذه التغيرات فى حد ذاتها لا تهمنا كثيراً ، فإذا تعرضت الأرض لعهد جليدى كأسوأ فترات البرودة بالعصر البلايوستوسينى، فإننا سوف نتمكن من البقاء ، حتى لو قاسينا كثيراً من الكوارث قبل أن نتعلم كيف نهيء أنفسنا لهذا التغير ، وستنقذنا مهارتنا وعلمنا ، ولن تكون هناك مشقة إلا فى نقل مدننا وقرانا من المناطق المغمورة بالمياه إلى أراض جديدة . أما المشكلة الكبرى نفسها فتقع فى المستقبل الأبعد من ذلك .

فما لا محالة فيه أن الحياة ستنتهى على الأرض كما بدأت من قبل ولن يدوم كوكبنا صالحا للحياة إلى الأبد . وليست هناك خطورة فى أن يفقد كوكبنا غلافه الجوى ، كما لا يعنينا أن تخبو الحرارة الداخلية للأرض ، ولكننا يجب أن نتذكر دائما أننا نعتمد أساساً على الشمس ، والشمس ليست أزلية فى ذاتها .

وقد كان من المعتقد أن الشمس تحترق ببطء ، وأنه سيأتى وقت فى المستقبل البعيد تصبح الشمس فيه عجوزا عقيما يخبو ضوءها . وبالتالى تصاب الأرض ببرودة قاسية لدرجة يتجمد فيها الهواء ويصبح كتلة جامدة . ويعنى هذا الفناء المحتم لكل الكائنات الحية ، ولكن، تبين الآن أن هذه الصورة خاطئة. فكلما ازداد عمر الشمس اشتدت حرارتها تدريجا إلى أن تحدث فى النهاية لهبا شديداً عنيفا، ثم تتقلص إلى نجم صغير كثيف لا يكبر كثيراً عن الأرض فى

حجمها الحالى . ومثل هذه النجوم القديمة معروفة ويطلق عليها الفلكيون اسم الأقزام البيضاء . ولكن من الاحتمالات المستبعدة أن يستمر الإنسان باقيا ليشاهد فناء الشمس ، كما أن الأمل ضعيف جداً فى أن تنجو الأرض من هذا اللهب العنيف الذى لن يمتد إلا لفترة قصيرة قبل تقلص الشمس .

وتدل حسابات الدكتور أوبيك أن هذه الكارثة سوف تصيبنا خلال مدة قدرها ألف مليون سنة تقريبا . ولن يحدث هذا بغتة ، بل على العكس ، ستكون هناك إنذارات كثيرة . وإذا تعلم الإنسان ، حين ذاك ، أسرار الكون كما يحتمل أن يكون فعلا ، فسيتمكن من مغادرة الأرض هاجراً إياها كلية إلى عالم آخر أكثر إكراما له .

وربما نكون مخطئين فيما ذهبنا إليه ولا تلتهب الشمس على الإطلاق ، فمعلوماتنا الحالية ما زالت غير كافية لنقطع بالرأى فى مثل هذا الموضوع ، وكل ما يقال من كلام عن هجرتنا إلى كوكب آخر يعد ضربا من الخيال بل سرابا بالنسبة لمستوياتنا الحالية . وعلى كل حال فأمامنا حقب جيولوجى كامل ، هذا إذا كانت تقديرات الدكتور أوبيك صحيحة . هذا وقد كانت الحياة قد بدأت بمشقة تظهر منذ ألف مليون سنة ، وربما وجدنا مخرجا بعد ألف مليون سنة من وقتنا الحاضر عندما يصبح الخطر محيقا بنا .

وعلى كل حال فالأرض فى يومنا هذا مكان لطيف ، فلقد قهرناها واستكشفناها ولدينا فرصة كبيرة لنعيش فيها حياة طويلة فى سلام وأمان ، وعلينا يتوقف ما إذا كنا سنجنى ثمار هذه الفرصة أم لا .

* * *

ملحق رقم « ١ » العصور جية فى تاريخ الأرض

العصر		التاريخ مقدرا بما مضى من ملايين السنين من	الى	المدة استغرقت بملايين	ملاحظات
حقب ما قبل الكمبرى	Pbrian				
الاركى الحياة الاولية	Archæozoic Proterozoic	± ٣٠٠٠	٥٢٠		برودة الارض . الامطار العظيمة . اولى بوادر الحياة
حقب الحياة القديمة السفلى	Lpalæozoic				
الكمبرى	Cambrian	٥٢٠	٤٢٠		الحياة البحرية . انتشار الترايلوبينات .
الاوردوفيسى	Ordovician	٤٢٠	٣٥٠		الحياة البحرية . أول الكائنات الشبيهة بالأسماك .
السيلورى	Silurian	٣٥٠	٣٢٠		الأسماك الأولية . أول النباتات البرية .
حقب الحياة القديمة العلوى	Upalæozoic				
الديفونى	Devonian	٣٢٠	٢٧٥		الاسماك . أول البرمائيات . انتشار النباتات البرية . اتساع النشاط البركانى .
الكربونى	Carboniferous	٢٧٥	٢٢٠		عصر الغابات الفحمية (الكربون السفلى) . انتشار البرمائيات . الحشرات المجنحة .
البرمى	Permian	٢٢٠	١٩٥		انتشار الزواحف . آخر الترايلوبيتات . مناخات متقلبة . العهد الجليدى البرمى .
حقب الحياة المتوسطة	Mc				
الترياسى	Triassic	١٩٥	١٧٠		الزواحف البحرية الضخمة . الدنصورات . العمونيات . أول الثدييات .
الجوراوى	Jurassic	١٧٠	١٤٠		انتشار الزواحف فى البر والبحر . الزواحف الطيارة . النباتات المزهرة.
الطباشيرى	Cretaceous	١٤٠	٧٠		تموت الزواحف بكثرة فى نهايته . الطيور ذات الاسنان . الاشجار . أسماك من الإشكال الحديثة . أقصى انتشار للبحار . آخر العمونيات .
الحقب الثلاثى	Tq				
الايوسينى	Eocene	٧٠	٤٥		انقرضت الدنصورات الضخمة نهائيا . التماسيح والسلاحف . الطيور عديمة الاسنان . انتشار الثدييات .
الاوليجوسينى	Oligocene	٤٥	٣٥		الرئيسيات شبيهة الجيبون (نوع من القرود) . الاشكال الحديثة من الحشرات .
الميوسينى	Miocene	٣٥	١٥		أوائل القرود الكبيرة . النمور ذات الاسنان السيفية .. الخ . تولد الجبال (الهيمالايا .. الخ) .
البلايوسينى	Pliocene	١٥	١		الاشكال الحديثة من الثدييات .
الحقب الرباعى	Quary				
ابليوستوسينى	Pleistocene	١	—		الانسان الاول . الماموث .. الخ . عصر العهد الجليدى .
الهولوسينى	Holocene	العشرة الآف سنة الاخيرة			الانسان . الحقب الحديث ويبدأ منذ حوالى ٨٠٠٠ آلاف سنة قبل الميلاد

(ملحق رقم ٢)

بعض المراجع المفيدة

تناول هذا الكتاب أنواعاً كثيرة من العلم بتبسيط كبير، ولذا فانه من الصعوبة بمكان أن نذكر قائمة كاملة بالكتب الضرورية التابعة للقراءة فى هذه الانواع . ولم نقصد أن تكون القائمة كاملة على الاطلاق ، ولكنها على الأقل تفيد اولئك الذين يرغبون زيادة التعمق فى دراسة هذا الموضوع.

وهناك كتب كثيرة عن الجيولوجيا ولكننى أخص بالذكر فى هذا المجال الكتاب الجيد التالى الذى قام بتأليفه الاستاذ سوينرتون من جامعة نوتنجهام :

Solving Earth's Mysteries by Professor H. H. Swinnerton (Harrap, 1949)

اما بالنسبة للقراء القدامى فأوصى بالكتاب التالى للاستاذ سوينرتون وهو أكبر من سالفه ويعتبر مرجعا من الدرجة الأولى عن الارض كما هى الآن وكذلك كما كانت عليه فى الأزمنة الغابرة :

The Earth Beneath Us by Professor H. H. Swinnerton (Muller, 1955).

كما أن هناك أيضا كتابين ممتازين عن الجيولوجيا أولهما :

The Earth and Its Mysteries, by Dr. G. W. Tyrrell (Bell, 1953).

وثانيهما :

Geology: An Introduction to Earth History by Professor H. H. Read (Home University library, 1949).

بينما يعتبر قاموس الدكتور هيماس فى الجيولوجيا مفيداً كمرجع قياسى وعنوانه كما يلى :

Dictionary of Geology by Dr. G. W. Himus
(Penguin Refernece Books, 1954).

أما بالنسبة للزلازل والبراكين فهناك كتاب تازيف الذى يبعث على التشويق فى هذا الشأن :

Craters of Fire by H. Tazieff (Hamilton, 1952).

أما من يريد الاستزادة من التفاصيل فعليه بالكتاب التالى للسير هارولد جيفريز :

Earthquakes and Mountains by Sir Harold Jeffreys
(Muthuen, 1935).

أما دراسة البحار فيعالجها كتاب راشيل كارسون وعنوانه كالآتى :

The Sea Around Us by Rachel Carson (Staples, 1951).

أما المهتمين بدراسة علم الفلك فيهمهم بنوع خاص كتاب الأستاذ سمارت :

The Origin of The Earth, by Professor Smart
(Cambridge University Press, 1951).

وقد تضمنت كثير من الكتب الفلكية فصولا عن الأرض نذكر منها :

Mysteries of Space and Time, by Dr. H. P. Wilikins
(Muller, 1955).
Guide to the Planets, by Patrick Moore
(Eyre and Spottiswoode, 1955).

ويعالج الكتاب التالى للكاتب بعض المسائل المتعلقة بالأرض :

Sun, Myths and Men, by Patrick Moore (Muller, 1954).

علاوة على ذلك فأن هناك كتابين من هـذه السلسلة من الكتب « True Books » لهما علاقة بموضوعنا هذا، وعنوانهما كالآتى :

Worlds Around Us, by Patrick Moore (Muller, 1954).

Space-Travel, by William F. Temple (Muller, 1954).



(ملحق رقم ٣)*

تعديل بعض التواريخ الجيولوجية
فى الملحق رقم ١

حدثت بعض التغيرات فى الأعمار الجيولوجية المطلقة لبعض العصور الجيولوجية منذ صدر هذا الكتاب فى عام ١٩٥٤ نخص منها الاعمار الأولى التالية من تاريخ الأرض لأن ماطرأ عليها من تغيير يعتبر جسيما ولا يمكن التغاضى عنه .

العمر التقريبى للأرض ٤٦٠٠ مليون سنة

أقدم الصخور المعروفة يقدر عمره بأكثر من ٤٠٠٠ مليون سنة

ينقسم حقب ماقبل الكمبرى إلى ما يأتى ابتداء بالأقدم :

ماقبل الكمبرى الرابع يقدر عمره بأكثر من ٣٠٠٠ مليون سنة

ماقبل الكمبري الثالث يقدر عمره من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ مليون سنة

ماقبل الكمبرى الثانى يقدر عمره من ١٠٠٠ — ١٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ مليون سنة

ماقبل الكمبرى الأول يقدر عمره من ٦٠٠ إلى ١٠٠٠ — ١٢٠٠ مليون سنة

(*) أضاف المترجم هذا الملحق الى الكتاب .

محتويات الكتاب

صفحة

قائمة الأشكال التوضيحية

الثمن ١٠٠ مليم

دار الهنا للطباعة ت : ٧١٣٢٧